



Gestión de la Calidad

Autor: Hernando Plazas

• • • •

Gestión de la Calidad / Hernando Plazas / Bogotá D.C.,
Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-5459-43-4

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA
© 2017, PROGRAMA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
© 2017, HERNANDO PLAZAS

Edición:

Fondo editorial Areandino
Fundación Universitaria del Área Andina
Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia
Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228
E-mail: publicaciones@areandina.edu.co
<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: noviembre de 2017

Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales
Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia
Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.

Gestión de la Calidad

Autor: Hernando Plazas





Índice

UNIDAD 1 Definición y evolución de los enfoques de calidad

| | |
|---------------------|---|
| Introducción | 7 |
| Metodología | 8 |
| Desarrollo temático | 9 |

UNIDAD 1 Trabajo en equipo

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 22 |
| Metodología | 23 |
| Desarrollo temático | 24 |

UNIDAD 2 Técnicas de mejoramiento de procesos sencillos

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 35 |
| Metodología | 36 |
| Desarrollo temático | 37 |

UNIDAD 2 Técnicas de mejoramiento de procesos complejos

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 51 |
| Metodología | 52 |
| Desarrollo temático | 53 |



Índice

UNIDAD 3 Mejoramiento continuo ciclo Deming

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 63 |
| Metodología | 64 |
| Desarrollo temático | 65 |

UNIDAD 3 Costos de calidad

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 79 |
| Metodología | 80 |
| Desarrollo temático | 81 |

UNIDAD 4 Control estadístico del proceso (CEP)

| | |
|---------------------|----|
| Introducción | 91 |
| Metodología | 92 |
| Desarrollo temático | 93 |

UNIDAD 4 El despliegue de la función de calidad

| | |
|---------------------|-----|
| Introducción | 109 |
| Metodología | 110 |
| Desarrollo temático | 111 |

| | |
|--------------|-----|
| Bibliografía | 128 |
|--------------|-----|



Definición y evolución de los enfoques de calidad



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

En nuestra primera semana de labores buscamos que el alumno:

- Identifique las generalidades de la administración de la calidad.
- Reconozca la relación entre calidad, productividad, y competitividad como estrategias.

Para ello, desarrollaremos los siguientes temas en la presente cartilla:

- Definición y evolución de los enfoques de calidad. Donde se trata la definición y evolución de los enfoques de calidad: se estudian algunos conceptos que se emplearán a lo largo del curso, así como se ven los diferentes enfoques que ha tenido la búsqueda de la calidad durante los siglos XX y XXI.
- Productividad y competitividad. Vemos las definiciones de esos términos; así como mecanismos para ser más productivos y lo que significa competitividad a nivel empresarial y a nivel de países.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- a.** Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
- b.** Escribir al tutor sobre dudas que se tengan.
- c.** Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La web no está del todo depurada, y se puede encontrar información errónea; por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en la red. Recuérdese que así como hay portales con noticias falsas, los hay también con información errónea.

Desarrollo temático

Definición y evolución de los enfoques de calidad

No existe nada más difícil e incierto de realizar que dirigir la introducción de un nuevo orden de cosas, porque la innovación tiene por enemigos a todos aquellos que han tenido éxito en las condiciones anteriores, y por tibios defensores a quienes pudieran tener éxito con las condiciones nuevas.

(Maquiavelo, N. El Príncipe, capítulo VI)

Ser competitivo por medio de la Q

Ser competitivo es tener capacidad de atraer el interés de accionistas (capital económico), colaboradores (capital intelectual) y clientes (ventas); sin olvidar proveer mejor calidad, precio y tiempo de respuesta.

Cuando se planea, controla y mejora la calidad de productos, servicios y procesos administrativos, se ayuda a una organización a ser más competitiva, y a adaptarse a los rápidos cambios en los enfoques y/o en los modelos de negocio (paradigmas).

La necesidad de adaptarnos es originada por los rápidos avances en las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), la evolución de sistemas económicos o sociopolíticos en el mundo, las tendencias de los consumidores, las fuerzas que ejercen las organizaciones en el mercado, etc.

De esta manera, las empresas que interiorizan el concepto de TQM (Administración por calidad total o *Total Quality Management*), podrán obtener una mayor participación del mercado, haciéndose así más competitivas.

Enfoques de calidad – Conceptos y evolución

El concepto de calidad y la manera de controlarla han ido evolucionando, de una manera más notoria en los siglos XX y en el actual. La calidad comprende las cualidades de un producto o

servicio, para ser de utilidad a quien lo emplea. ISO9000 que es el cuerpo de normas aceptado por 164 países en lo referente a Calidad, define ésta como “la integración de las características que determinan en qué grado un producto satisface las necesidades de su consumidor”.

Veamos algunos enfoques sobre calidad

- Calidad al consumidor: un producto o servicio es de calidad cuando sus características tangibles e intangibles satisfacen las necesidades de los usuarios. Tales características pueden ser operativas (velocidad, capacidad), precio, economía de uso, durabilidad, seguridad, facilidad de uso, fácil de desechar (ecológico), etc.
- Calidad de conformidad: es el conjunto de características dadas a un producto o servicio durante su elaboración o ejecución, que se deben ajustar a lo especificado en su diseño.
- Calidad de diseño: es el conjunto de características que satisfacen las necesidades del consumidor potencial, y que favorecen su viabilidad tecnológica de fabricación.
- Control de calidad: según la norma JISZ8101 es “un sistema de técnicas para producir económicamente bienes y servicios que satisfacen los requerimientos del cliente”. JIS se refiere a una serie de estándares empleados en Japón para sus actividades industriales (*Japan Industrial Standards*). JIS definió estándares para arquitectura e ingeniería civil con la serie A: JIS A; para ingeniería mecánica con la serie JIS B; para construcción de barcos con la serie JIS F; y para asuntos misceláneos con la serie Z: JIS Z 8101-1981 que es la serie de estándares relacionados con TQM. Control de calidad y según la norma ISO9000 es “el conjunto de actividades y técnicas realizadas con la idea de crear una característica específica de calidad”.
- Aseguramiento de la calidad: según ISO9000 es el “conjunto de actividades planeadas de manera formal para proporcionar la debida certeza de que el resultado del proceso productivo tendrá los niveles de calidad requeridos”.

Evolución de la calidad

El concepto de calidad ha transitado por diferentes etapas a saber:



Figura 1. Evolución de la calidad

Fuente: Propia.

El anterior gráfico no quiere decir que por encontrarnos en el siglo XXI, todas las empresas se encuentran en la fase de innovación y tecnología. Algunas, de acuerdo a la competencia que enfrentan pueden estar en la fase de inspección.

- Etapa de inspección: se entiende por inspección la detección y solución de los problemas generados por la falta de uniformidad del producto. Hasta inicios del siglo pasado la inspección es una labor reactiva, es decir, se reaccionaba a los productos defectuosos cuando ya estaban terminados y se buscaba eliminar el error, al convertir estos productos en desecho o reprocesarlos. La calidad era responsabilidad de quien inspeccionaba el producto.
- Control estadístico del proceso (década de 1930): la calidad se entendía como un problema de variación que podía ser prevenido mediante la eliminación a tiempo de las causas que lo originaban (de reactivo a proactivo). La inspección deja de ser masiva, y la producción debe cumplir con una tolerancia de especificación de su diseño. Se enfocan en el control de procesos y aparecen métodos estadísticos para ese control de procesos y para realizar las tareas de inspección (muestreos). La calidad era responsabilidad del departamento de producción y de quien realizaba muestreos sobre el producto. No existía la idea de calidad en servicios de soporte o al consumidor.
- Aseguramiento de la calidad (década de 1950): la calidad era “adecuar las características de un producto al uso que le dará el consumidor” (Juran); y el aseguramiento de calidad consistía en coordinar esfuerzos entre todos los departamentos de la empresa (producción, diseño, abastecimiento, etc.), en el diseño, planeación y ejecución de políticas de calidad.
- Administración estratégica por calidad total (década de 1990): se reconoce el efecto estratégico de la calidad en la competitividad. Se busca la satisfacción de clientes internos y externos. La planeación estratégica busca que la competitividad de una organización

garantice su permanencia y crecimiento. La calidad ya no solo involucra a todos los colaboradores de una empresa sino también a sus accionistas, a los proveedores y a los clientes. Esta fase en particular muestra de manera más evidente la fuerte relación que hay entre calidad y el desarrollo de teorías de administración en una organización.

- Innovación y tecnología (Siglo XXI): la competitividad depende de la capacidad para responder a los cambios en el mercado y las fluctuaciones sociales, políticas, económicas y financieras; soportado lo anterior en el uso de la tecnología de procesos e información. Las empresas basan su competitividad en la innovación de procesos, productos y servicios.

Evolución del enfoque de calidad y de las teorías de administración

Como se mencionaba antes, el enfoque de calidad y las teorías de administración están íntimamente ligados. Veamos cómo:

La inspección resulta de teorías de administración que se formulaban a finales del siglo XIX y principios del XX por Frederick Taylor y Henri Fayol. Taylor a su vez se basó en trabajos de Adam Smith quien en 1776 proponía la división del trabajo. Taylor creó lo que se conoce como Ingeniería de métodos y técnicas de diseño y medición del trabajo. Según Taylor la productividad y calidad en el desempeño de un operario son responsabilidad de la administración, pues es ésta quien debe proporcionar los métodos y herramientas apropiados, así como asegurar el debido entrenamiento. Diseño, control y planeación del trabajo son responsabilidad de la administración; y el operario ejecuta tareas simplificadas y cuantificables. Unos piensan, otros hacen y otros revisan.

Fayol también separa la ejecución de la planeación, control y mejoramiento. Es por eso que esta primera fase de inspección queda como medio de control, a cargo de la administración. Estos principios fueron totalmente válidos para los tiempos y circunstancias en que se propusieron.

Con el fin de reducir costos de inspección (no solo el costo de la inspección *per se*, sino el costo asociado a descartar un producto terminado o tenerlo que reprocesar), en la década de 1930 se propusieron métodos de muestreo. El principio se mantiene: detectar errores de calidad en productos manufacturados. Por aquel entonces, Walter Shewhart diseña el Control estadístico de procesos (SPC por sus iniciales en inglés) y el concepto de la prevención para el “control económico de la calidad de productos manufacturados”. La idea de Shewhart es que los sistemas no se comportan de acuerdo a un patrón exacto sino probable; por lo que nos debemos referir a él en términos estadísticos. Su SPC se fundamenta en tres postulados:

- a. Las causas que condicionan el funcionamiento de un sistema son variables, por lo que no permiten predecir con exactitud su funcionamiento.
- b. En el ámbito de la producción industrial no existen los sistemas constantes; las causas de variación están en la calidad de las materias primas, los equipos de producción, etc.
- c. Las causas de variación se pueden detectar y eliminar.

Joseph Juran da una respuesta desde el punto de vista económico a la pregunta de hasta dónde conviene dar calidad a un producto, analizando los costos involucrados de la siguiente manera:

| Costos inevitables | Costos evitables | |
|--|--|---|
| Costos de evaluación | Por fallas internas | Por fallas externas |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Costos de actividades a realizar para detectar errores de fabricación. ■ Inspección de recepción de materiales. ■ Inspección de proceso. ■ Pruebas finales de producto. ■ Auditorías de calidad del producto. ■ Mantenimiento equipos de medición y laboratorio. ■ Materiales auxiliares para pruebas. ■ Evaluación de calidad de producto en inventario. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Asociados a errores desde la fabricación hasta antes de enviar el producto al mercado. ■ Desperdicios. ■ Retrabajo de tiempo y materiales. ■ Análisis de viabilidad de productos que no cumplen alguna especificación. ■ Reinspecciones. ■ Costos de sobrellenado. ■ Descuento en precio por problemas de calidad. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Asociados a errores desde el inicio de envío del producto hasta que lo recibe el consumidor. ■ Costos de garantía. ■ Análisis de quejas de clientes. ■ Material devuelto. ■ Concesiones para que el cliente acepte productos defectuosos. |

Costos de prevención

- Inversiones realizadas para mejorar niveles de calidad.
- Planeación de la calidad.
- Revisión de nuevos productos.
- Control de procesos.
- Auditorías al sistema de calidad.
- Evaluación de la calidad de los proveedores.
- Capacitación y entrenamiento de los colaboradores.

Tabla 1. Costos involucrados en el proceso de calidad

Fuente: Propia. Adaptada de Juran 2013.

En la década de 1950 es claro para muchas empresas los beneficios económicos a largo plazo de implantar sistemas de calidad. En la década de los 80, Armand Figenbaum engloba el concepto de control total de calidad al hacer notar que la calidad no se logra si el proceso de manufactura se controla de manera aislada; por lo que se empieza a analizar y derivar listas de actividades de soporte. Áreas como finanzas, ventas, mercadeo y compras se ven ya responsables también por la calidad; por lo que es necesario planear y documentar los procesos en las empresas. Figenbaum define el control total de calidad como “Un sistema efectivo que integra los esfuerzos de desarrollo, mantenimiento y mejora que los diferentes grupos de una organización realizan para proporcionar un producto o servicio en los niveles más económicos para la satisfacción de las necesidades del usuario.

En la década de los 60, Philip Crosby propone un programa basado más en las relaciones humanas que en aspectos técnicos, llamado cero defectos, el cual consistía en motivar y concientizar a los trabajadores para realizar bien el trabajo a la primera vez. La calidad es también una cuestión de actitud hacia “hacerlo bien”. Según Crosby la calidad se resume en:

1. Cumplir los requisitos del cliente.
2. Calidad es prevención.
3. El estándar de desempeño es cero defectos.
4. La medida de la calidad es el precio del incumplimiento, el cual incluye los gastos en que se incurre cuando no se cumple con los requisitos desde la primera vez; en las compañías manufactureras puede representar un 20% de las ventas, y en las compañías de servicios un 35% de las ventas.

Finalizada la segunda guerra mundial, Japón se interesa mucho por los aspectos de calidad e invita al estadounidense Edwards Deming y al rumano Joseph Juran para que les ayude a desarrollar toda una cultura en calidad.

Surgen importantes aportes de personas locales como Kaoru Ishikawa, quien afirma que el control de calidad consiste en “diseñar, desarrollar, elaborar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. Además Ishikawa afirma que el control de calidad tiene que traducirse en resultados tangibles de tipo económico, que empieza y termina con educación desde el presidente de la empresa hasta los operarios, que permite que cada quien aporte lo mejor de sí mismo, y que cuando se implanta mejoran las relaciones humanas. Lo anterior solo va a tener un efecto real si las empresas anteponen la calidad a las utilidades a corto plazo, orientan la organización al consumidor, estructuran la empresa de manera que cada proceso considere como cliente al siguiente proceso, la toma de decisiones se basa en hechos y datos tangibles, y se respeta al ser humano.

Uno de los aportes fundamentales a la teoría de calidad, de la administración y de muchos otros aspectos profesionales y personales se debe a Edwards Deming quien propone una metodología conocida gráficamente como PHVA por sus iniciales en español de Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Este ciclo repetitivo se examinará con más detalle adelante; pero por lo pronto llamamos su atención sobre el hecho de que es una metodología tan consistente y universal que sirve de base a disciplinas como la Gerencia de proyectos; más que una metodología es un paradigma de comprobada vigencia.

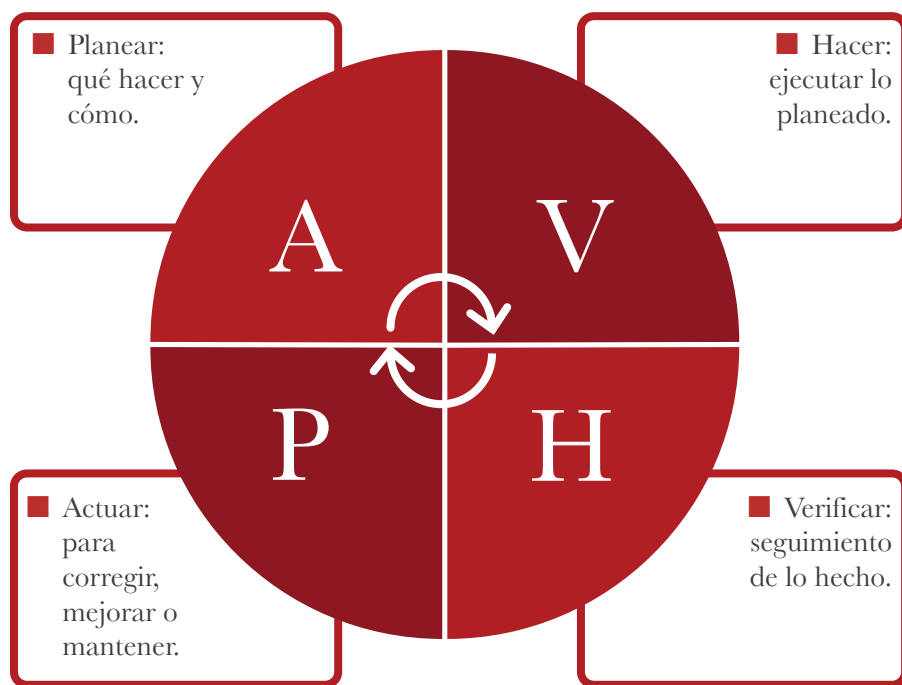


Figura 2. Ciclo PHVA
Fuente: Propia.

Desde los años 90 se ha consolidado la administración por calidad total (TQM), la cual no llega a reemplazar el ciclo PHVA; al contrario, TQM se puede implementar con la metodología PHVA. TQM desarrolla conceptos y técnicas que da un enfoque estratégico y de competitividad a la calidad total. Acá quienes administran una empresa deben entender las expectativas de los grupos de influencia, con el fin de desarrollar la planeación estratégica de la organización. Poder plantear la misión, visión y valores de una empresa, como marco de referencia para determinar los planes de acción en la empresa. La operación puede regularse mediante el SPC y emplear indicadores para que apoyados en auditorías de calidad el equipo directivo analice los ajustes a realizar; nótese que se está empleando de esta manera el ciclo PHVA.

La fase actual de innovación y tecnología se caracteriza por el impacto de la globalización; porque ésta moviliza manufactura y servicios a otros países. Los niveles de calidad se asemejan entre muchas empresas, por lo que esto deja de ser una ventaja competitiva. Ahora se tiende a fortalecer las diferencias entre organizaciones mediante el uso de tecnologías cada vez más complejas gracias al desarrollo de las TIC y de nuevos materiales. Hay dos aspectos de esta era que rompen con paradigmas iniciales de la calidad total:

a. El nivel de desempeño de cero defectos (que se conocen también como seis sigma), no es tan crucial en ciertos servicios donde el consumidor acepta variabilidad a cambio de innovación; como es el caso del software, donde el cliente acepta adquirir versiones que son mejoradas sobre la marcha, una vez se han dado al servicio, a cambio de contar con más funciones.

b. Productos de baja calidad se aceptan, particularmente en países en vía de desarrollo a cambio de obtenerlos a un precio muy bajo. Esto sucede particularmente con gran cantidad de bienes provenientes de China; es tan bajo el precio de adquisición que a muchos consumidores no les importa su corta vida útil, pues la tendencia de consumo de tecnología de punta predispone al consumidor a que ante una falla no busque la reparación del producto, sino la adquisición de uno más moderno y con más funcionalidades, las cuales en ocasiones no son requeridas del todo. Esta tendencia donde prima el costo de adquisición no solo ha llevado a la desaparición de muchas industrias, sino que ha transmitido el erróneo mensaje de que el cliente no valora la calidad si el costo de adquisición es lo suficientemente bajo ya que en la sociedad de consumo, la expectativa de uso de un bien no es tan amplia como lo era antes. Obsérvese por ejemplo la frecuencia con que una persona cambia de teléfono celular o de computador personal, y compárese con los computadores personales de los años 80 o 90, los cuales fácilmente podían llegar a una vida útil de 10 años o más. Quizá la mala calidad de productos como sombrillas y zapatería haga que el consumidor vuelva a inclinarse por los productos de fabricación nacional, y se dé un nuevo aire a empresas de este tipo en Colombia.

Dejando a un lado las dos últimas excepciones, podemos resumir que la calidad total es la base de la competitividad. Se han mencionado diferentes enfoques de calidad que proponen diferentes técnicas para planear, controlar y mejorar las actividades en una empresa, con el fin de entregar al cliente un producto o servicio que satisfaga sus expectativas. El concepto inició buscando detectar los productos defectuosos, y ha evolucionado hasta ser una estrategia de

dirección de negocios que es base de la competitividad o participación de las empresas en el mercado. Esta estrategia no solo abarca la totalidad de los empleados de una empresa, sino también a los accionistas, clientes y proveedores.

Quizá el principal mensaje de este capítulo es que las empresas tendrán mayor participación en el mercado y por ende permanencia si:

- Integran en su administración los conceptos de TQM, con el fin de planear, controlar y mejorar su operación.
- Vigilan periódicamente el cumplimiento de expectativas de los grupos de influencia, para establecer las correcciones o acciones pertinentes. Vale decir el monitoreo de indicadores con el fin de ajustar sus políticas de calidad.
- Se vigila el comportamiento del entorno (*Benchmarking*) para analizar tendencias del mercado y de la competencia; con el fin de asegurar que se satisface lo que el mercado demanda, la satisfacción del cliente.

Productividad y competitividad

“La productividad es la relación entre la entrada de recursos y la salida de bienes y servicios.”

(York, J.)

La competitividad es la habilidad de una empresa o nación para ofrecer productos y servicios que cumplen los estándares de calidad de los mercados local y mundial a precios del mercado, y proveer el retorno adecuado por los recursos empleados al producirlos.

(<http://www.businessdictionary.com>)

Ya que la productividad es definida como una medida de la eficiencia y efectividad con que hacemos uso de los recursos, conviene reflexionar algo sobre el derroche o mal uso de los recursos. Y es que no es suficiente con disponer adecuadamente de los residuos con fines de reciclar; sino que hay que examinar con espíritu crítico si quizá estamos produciendo demasiados desperdicios en nuestros procesos productivos. No basta con evitar el despilfarro al interior de nuestras empresas; sino que se debe evitar aceptar el derroche de nuestros proveedores. Es decir, no se tiene por qué tolerar calidad no fiable de un proveedor, al poner en marcha procesos de inspección por los bienes y servicios que de ellos recibimos.

Por ello la importancia de las enseñanzas que mencionamos en el anterior capítulo de este curso sobre Phillip Crosby y su escuela de hacerlo bien desde la primera vez. Toda actividad en el trabajo debe orientarse a un resultado que no requiera acción posterior de comprobación. No se está afirmando que no es necesario comprobar, lo que se quiere decir es que volver a hacer algo porque no se hizo bien la primera vez, es uno de los peores despilfarros. Eliminar desechos no solo es un asunto de cómo disponer de residuos físicos, sino de no malgastar esfuerzos al no hacer las cosas bien desde un principio. Un paso fundamental para mejorar la productividad es evitar el despilfarro.

Si la productividad es la relación entre salidas y entradas ($P = \text{salida}/\text{entrada}$) y si entendemos por entrada la energía empleada en el proceso, cuanto mayor sea el esfuerzo empleado, mayor será la entrada y por ello menor será la productividad. Podemos entender productividad como la relación entre todo lo que se produce contra todo lo empleado. Nuestro nivel de vida es directamente proporcional a nuestra productividad, y ello es válido hablando de nosotros como personas, empleados, miembros de una comunidad o de una nación.

Una forma de disminuir la entrada para incrementar la productividad consiste en analizar qué procesos o actividades añaden valor a lo que producimos; pues cualquier cosa que no añada valor muy seguramente es inútil y debe evitarse o por lo menos minimizarse. Listamos a continuación 12 tipos de despilfarro comunes en las empresas:

- **Sobreproducción:** es hacer más de lo que puede usarse inmediatamente. Puede deberse a malas previsiones, a querer mantener el personal ocupado, a una deficiente programación de la producción. Salida es aquello que puede venderse de inmediato, no lo que se acumula en inventario.
- **Existencias:** lo acumulado en inventario pierde valor. Puede deberse a sobreproducción, mal pronóstico de ventas, cuellos de botella, mal control de la documentación, obsolescencia de productos.
- **Manipulación excesiva de materiales:** el exceso de existencias puede generar este tipo de despilfarro; ya que esto no solo obliga a mayores costos en sistemas de almacenamiento, sin que puede implicar un daño del material o producto que se manipula.
- **Esperas:** puede referirse a material que es necesario almacenar en tanto es empleado, o a personal que aguarda por instrucciones de quien dirige. En ambos casos es reflejo de una mala planificación.
- **Pérdida de tiempo:** puede deberse a procesos de montaje mal diseñados, a excesivos pasos que se deban dar para poner a punto una máquina, etc.
- **Movimiento excesivo:** puede ser ocasionado por el mal diseño del puesto de trabajo, el mal diseño en el flujo de un proceso de fabricación, mal diseño en un proceso de soporte pues la ayuda debe llegar donde se necesite en lugar de que sea necesario ir a buscarla, etc.
- **Piezas defectuosas:** la mayoría de los recursos empleados al hacer piezas defectuosas, no son recuperables. Siendo el costo mayor cuando es el cliente quien tiene que advertir el fallo.
- **Equipos defectuosos:** estos causan defectos de producción, pérdida de tiempo y en ocasiones accidentes laborales. El mantenimiento preventivo es factor que contribuye a su solución. Los avances tecnológicos permiten contar hoy con máquinas con posibilidad de auto - diagnóstico.
- **Equilibrio en carga de trabajo:** hay personas o departamentos que habitualmente tienen más trabajo que otros. A veces se contrata más personal para equilibrar la carga, esto es incrementar la entrada sin que se produzca cambio en la salida; por lo que es una manera de disminuir la productividad. Una solución reside en la capacitación del personal para ser multifuncional, y evitar rigidez en la estructura de la empresa.

- Empleo incongruente de recursos: se puede reflejar en el empleo de complejos sistemas de control para satisfacer necesidades simples, o el uso de espacio excesivo que conlleva al empleo innecesario de energía.
- Diseño deficiente: puede tratarse de un exceso de componentes para la fabricación de un producto; planos o especificaciones que no han tenido la debida comprobación, características no requeridas por el cliente, esto sucede cuando no hay sensibilidad entre quien diseña y los clientes internos y externos.
- Supervisión: un proceso o máquina debiera ser lo suficientemente fiable como para no requerir de supervisión. La mayor parte de controles y vigilancias definidas en los procesos, no añaden valor. Debieran encaminarse nuestros esfuerzos en propender por una cultura donde el personal y los procesos no requieren de vigilancias para hacer las cosas bien. Si bien es cierto que no se puede pensar en eliminar la supervisión, es importante analizar cómo se puede minimizar.

Uno de los grandes gurús de la administración, Michael Porter (profesor de la Universidad de Harvard y director del centro para la competitividad), define la competitividad de un país como la productividad con la cual la nación emplea sus recursos humanos, naturales y de capital. El estándar de vida de un país está determinado por la productividad de su economía. La productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de una nación (medido por los precios que ellos pueden imponer en el mercado abierto) y por la eficiencia con que ellos pueden ser producidos. La productividad también depende de la habilidad de una economía para movilizar sus recursos humanos disponibles.

La verdadera competitividad es entonces medida por la productividad. La productividad le permite a una nación soportar altos salarios, atractivos retornos de capital, una moneda fuerte, y con ellos, un alto estándar de vida. Lo que realmente importa no es las exportaciones en sí, o si las empresas son domésticas o foráneas; sino la naturaleza y productividad de las actividades de negocios que tienen lugar en un país en particular. Las industrias puramente locales también cuentan para la competitividad, porque su productividad no solo fija sus salarios sino que tiene una gran influencia en el costo de hacer negocios y el costo de vivir en el país.

Casi todo importa para la competitividad: la escuela, los caminos, los mercados financieros, la sofisticación del cliente. No hay una política única o un gran paso que pueda crear competitividad. Solo muchas mejoras en áreas individuales, que inevitablemente toman tiempo, es el camino. Mejorar la competitividad es una maratón, no una carrera de velocidad. Cómo mantener el impulso y mejorar la competitividad con el tiempo está entre los más grandes desafíos que enfrentan los países.

Se consideran como pilares para el desarrollo económico las instituciones estables, políticas macroeconómicas sensatas, los mercados abiertos y la privatización. Sin embargo Porter ha encontrado que estos factores son necesarios para el desarrollo económico pero están lejos de ser suficientes. Esas condiciones dan la oportunidad de crear bienestar, pero no crean bienestar por ellas mismas. El bienestar es realmente creado a nivel microeconómico; puede ser creado por las empresas. La capacidad de crear bienestar está enraizada en la sofisticación de la operación y estrategias de las compañías, así como en la calidad del ambiente de negocios microeconómicos en los que compiten las compañías de una nación.

A nivel mundial, la definición más intuitiva de competitividad es la participación que tiene un país en el mercado mundial por sus productos. Esta definición haría de la competitividad un juego donde ni se gana ni se pierde, pues la ganancia de un país viene a expensas de otros países. Este enfoque de la competitividad es empleado para justificar la intervención que distorsiona los resultados del mercado en favor de una nación (llamadas políticas industriales). Ese enfoque también apoya las políticas que proveen subsidios, mantienen bajos los salarios locales y devalúan la moneda de la nación, todo con el fin de impulsar las exportaciones. De hecho usualmente se dice que bajar salarios y devaluar “hace a una nación más competitiva”.

Esta visión intuitiva de la competitividad está llena de fallos y actúa en contra del progreso económico de una nación. La necesidad por salarios bajos revela baja competitividad y mantiene abajo la prosperidad. Los subsidios disminuyen los ingresos de una nación, evitando dar un uso más productivo a los recursos de la nación. La devaluación puede hacer más fácil vender los productos de una nación en el exterior, pero le dificulta a ésta la compra de bienes y servicios del exterior; lo que no soporta un estándar de vida atractivo.

La economía mundial no es un juego donde nadie gana ni pierde. Muchas naciones pueden mejorar su prosperidad si mejoran su productividad. Hay gran cantidad de necesidades humanas a satisfacer si la productividad baja el costo de los productos y el trabajo productivo soporta más altos salarios. Así, el principal reto en el desarrollo económico es cómo crear las condiciones para un crecimiento rápido y sostenido de la productividad. La competitividad microeconómica debe ser punto central en la política económica de todo país.

En la década de los 80 se toma conciencia de la importancia estratégica de la calidad. Muchas empresas inician programas de calidad total (TQM) como acción estratégica para mejorar su competitividad. En 1986 W. E. Deming publica “Fuera de la crisis: calidad, productividad y posición competitiva” en donde expone principios en los que se debe basar una administración para mejorar de manera sostenida su competitividad. En 1987 aparece la serie de normas ISO9000, que buscan unificar y estandarizar numerosos enfoques de sistemas de gestión de calidad.

En “Calidad total y productividad” se define la competitividad como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. Esto lleva a que las empresas traten de mejorar la integración e interacción de sus procesos.

Los factores críticos de la competitividad están determinados por la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio.



Figura 3. Factores críticos de la competitividad
Fuente: Propia.

Se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a bajo precio y con buen servicio. Antes se creía que calidad, precio y tiempo eran objetivos antagónicos, vale decir, que mejor calidad implica precio más alto y mayor tiempo de producción; pero el productor de mejor calidad tiene costos totales más bajos, porque quien tiene mala calidad en sus procesos, se le aumenta el nivel de fallos debido principalmente a: reprocesos y atrasos, desperdicios (despilfarro), inspección y eliminación por rechazo, gastos por servicios de garantía, clientes insatisfechos que se reflejan en las ventas y por ello en la competitividad.

Un análisis de competitividad en una empresa compara ciertos aspectos contra los de otras empresas como:

- Calidad de producto y servicio.
- Factores diferenciadores.
- Ventajas competitivas por desarrollar o fortalecer.
- Precio y forma de pago.
- Calidad, cumplimiento y flexibilidad en tiempos de entrega.

La competitividad de una empresa está relacionada con la calidad del producto y servicio, y el precio. Para mejorar la competitividad es necesario medir lo importante en los procesos, la gente y los resultados que se quieren mejorar. Como en el análisis de competitividad que se ha realizado.



Trabajo en equipo



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Esta semana buscamos que el estudiante identifique las principales características para el trabajo en equipo. Para ello en el desarrollo temático exponemos una lección llamada “Trabajo en equipo” donde hablaremos de sus ventajas y desventajas; de qué infraestructura requieren y cómo operan; y lo más importante, del cambio cultural que se requiere para que operen adecuadamente.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

1. Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) del material complementario.
2. Escribir al tutor sobre dudas que surjan.
3. Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La red no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante comprobar la idoneidad del autor de lo que se consigue en internet. Recuérdese que así como hay portales con noticias falsas, los hay también con información incorrecta.

Desarrollo temático

Trabajo en equipo



Imagen 1. Trabajo en equipo

Fuente <http://mgcpuzzles.com>

Si buscamos mayor competitividad, uno de los principales cambios a implementar en la organización es el trabajo en equipo. Para lograr mejores resultados la mayoría de personas prefiere la cooperación a la competencia. Veremos en este capítulo algunos enfoques para lograr grupos de trabajo efectivos; el común denominador de estos enfoques es que se unifican los esfuerzos individuales gracias a una actitud de participación, deseo de involucrarse y colaborar por parte de todos los integrantes de la empresa.

Además se requiere que la toma de decisiones, la administración, pase de ser una de autoridad a una por consenso. Buscar consenso hace

sentido si quienes conforman el grupo creen que la organización busca incrementar el bienestar de todos los grupos de interés asociados a ella, y no solo de unos cuantos. Hace sentido si están convencidos que sus esfuerzos se deben dirigir a satisfacer al consumidor, lo que a largo plazo significa el bienestar de los mismos funcionarios y de las organizaciones. Esta administración participativa no solo requiere uniformidad en visión y metas, sino que se debe facultar a los empleados para que participen en la toma de decisiones.

Se mencionan a continuación algunos cambios de paradigma para lograr una entidad con la cultura de trabajo en equipo:

1. De dirección por control a liderazgo por compromiso.
2. De decisiones por mandato a decisiones por consenso.
3. De trabajo individual a trabajo en equipo.
4. De especialización a orientación hacia el proceso y el cliente.
5. De un esquema donde administración planea, controla y mejora, y el trabajador ejecuta; a un esquema donde todos intervengan en el ciclo completo.
6. Del control por amenazas al control por

reforzamiento positivo.

7. De una estructura vertical y rígida a una plana y flexible.
8. De misión, visión y valores no enunciados a unos compartidos por todos.
9. De la corrección a la prevención y mejora continuas.

El estilo administrativo que favorece el trabajo en equipo es aquel donde hay disposición para compartir y facilitar a todos los miembros la mayor información posible. También debe haber cierta flexibilidad en el cumplimiento de normas con el fin de que aflore la creatividad, y estructurar un proceso de toma de decisiones racional en lugar de emocional.

Es importante no perder el contexto acá. Se afirma que la administración por consenso es la que más promueve el trabajo en equipo; pero no es el único estilo administrativo, ni el que siempre conviene. En la administración por consenso se busca una propuesta suficientemente aceptable para que reciba el apoyo de todos los miembros del grupo. Requiere tiempo, participación activa de todos, habilidades de comunicación y convencimiento, pensamiento creativo y mente abierta. El consenso implica que los miembros del grupo deben aceptar la decisión, luego de un proceso de amplia discusión donde todos hayan tenido oportunidad de opinar.

Pero ¿qué pasa si la organización está en una situación de crisis? Cuando se requiere una decisión pronta, es el líder quien debe decidir sin consultar a los demás; así no sea la decisión óptima. Este tipo de situaciones debe ser excepcional, pero desde luego que se puede presentar, y asumir este tipo de estilo, llamado por mandato, no quiere decir que se abandone el estilo del consenso.

Otro estilo que en ocasiones puede ser necesario asumir es el de consulta. Se presenta cuando el líder considera importante tomar un lineamiento estratégico impopular, por lo que pide opinión a algunos miembros del grupo, pero en última toma él la decisión.

Algunas decisiones no necesariamente deben ser tomadas por el líder, o por consenso. Se trata de aquellas decisiones que involucran operaciones rutinarias que se salen de control. Se llama delegación, y aquí el líder autoriza a otros para que tomen la decisión. Se corre riesgos, y la administración debe estar preparada para aceptar eventuales fracasos o pérdidas.

Empoderamiento (*Empowerment*)



Imagen 2. Empoderamiento

Fuente <http://dilbert.com>

Con el fin de que un grupo pueda ser responsable por la calidad de un proceso, se le otorga completa autoridad sobre su planeación, control y mejora. Al equipo se le empodera, se le faculta o autoriza para que aporte ideas mediante el trabajo en equipo. La alta dirección será responsable por la asignación de recursos para que esto sea posible; así como responsable de comunicar la información relevante, la capacitación para aprender a trabajar en equipo. Delegar no es perder control del equipo, pues se debe supervisar el desempeño del equipo y fijar los límites en que éste puede moverse.

Organización basada en el trabajo en equipo

Los autores Katzenbach & Smith definieron en su libro “La sabiduría de los equipos”, al

equipo como “un pequeño número de personas con habilidades complementarias comprometidas con un propósito común, metas de resultados, y enfoque por los cuales son mutuamente responsables”. El equipo de trabajo eficaz sirve a los intereses de la organización a la que pertenece, y a su vez ayuda a sus miembros a desarrollar motivaciones propias.

| Ventajas del trabajo en equipo | Desventajas del trabajo en equipo |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y compromiso son mayores que los individuales. • Se pueden atacar problemas más complejos. • Genera más ideas para análisis. • Proporciona sentimiento de pertenencia. • Mejora relaciones personales. | <ul style="list-style-type: none"> • Generación más lenta de resultados. • Manejo grupal es más complejo que el individual. • Un grupo es más arriesgado que el más temerario de sus miembros. |

Tabla 1. Ventajas y desventajas del trabajo en equipo
Fuente: Propia.

El concepto de trabajo en equipo relaciona conceptos de administración, ciencias del comportamiento y control de calidad. El principio de participación afirma que “los empleados se sentirán más orgullosos e interesados en su trabajo si se les permite realizar contribuciones significativas e influir en las decisiones relacionadas con los procesos de trabajo en que participan”.

Demos un vistazo a algunas teorías que promueven el trabajo en equipo:

Teoría Y: en 1960 el psicólogo social estadounidense Douglas McGregor propone su teoría X-Y, más conocida como la Teoría Y, en su libro “El lado humano de la empresa”. Allí define el estilo autoritario de administración como teoría X, y el estilo de administración participativo como Teoría Y. Este último estilo se distingue por:

- Las personas emplearán auto-control y auto-dirección en la búsqueda de objetivos organizacionales, sin control externo o la amenaza de castigo.
- El compromiso con los objetivos va en función de las recompensas asociadas con sus logros.
- Las personas usualmente aceptarán y buscan responsabilidad.
- La capacidad de emplear un alto grado de creatividad al solucionar problemas organizacionales está ampliamente distribuida en la población.
- En la industria el potencial intelectual de la persona promedio es utilizado parcialmente.

Teoría Z: este nombre aplica a tres teorías psicológicas diferentes. Una desarrollada por Abraham Maslow en su escrito: “Teoría Z”; la otra del Dr. William Ouchi en “Administración japonesa”, popularizada en el boom económico asiático de los años 80, y la tercera desarrollada por James Reddin

en “Efectividad gerencial”. Ouchi se enfoca en incrementar la lealtad del empleado a la compañía, cuando ésta le ofrece un trabajo de por vida con un fuerte enfoque en el bienestar del empleado dentro y fuera de la empresa. Esta Teoría Z promueve el trabajo estable, alta productividad, alta moral y satisfacción del empleado. Al empleado que se le brinde confianza, trabajará con autonomía.

Modelo para trabajo en equipo:

El Inglés John Adair en su publicación “Liderazgo efectivo” afirma que para que un grupo responda a su líder, necesita tener una tarea especificada con claridad, relacionada con el equipo y con objetivos congruentes con los de sus miembros.

Organización por procesos y trabajo en equipo

La empresa es tan eficiente como lo son sus procesos. Es por ello que muchas empresas han abandonado su estilo de organización por departamentos, para emplear un estilo de organización por procesos, donde equipos multidisciplinarios son responsables por el proceso. Entendemos por proceso el conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman elementos de entrada, agregándoles valor para satisfacer la salida (Producto o proceso) requerida por el cliente. Cuando el equipo es multidisciplinario (Intervienen diferentes áreas), se minimiza la tendencia de que existan nichos de poder o inercias de los grupos departamentales. Este tipo de equipos multidisciplinarios que responden por un proceso, facilitan el intercambio de información, lo que hace al trabajo en equipo un estilo natural cuando la empresa se ha organizado por procesos.

La noción de trabajo en equipo y de toma de decisiones en consenso es más difícil de implementar en una pequeña empresa o una micro-empresa porque este tipo de empresas muchas

veces presentan atraso tecnológico; porque sus problemas económicos tienden a requerir una solución más inmediata, y las utilidades a corto plazo adquieren enorme importancia, porque tienden al nepotismo, lo que dificulta el desarrollo organizacional y porque sus políticas son muy volubles.

Tipos de equipo y formas de funcionamiento

Los equipos pueden ser:

- De una misma área funcional.
- De diferentes áreas funcionales, pero un mismo proceso. En estos existe relación proveedor-cliente interno.
- Grupos temporales para una tarea específica.
- Grupos de personas con habilidades complementarias para lograr una meta.

Otro enfoque que habla de tipos de equipo los divide en:

- Funcionales: sus miembros realizan el mismo trabajo, tienen la misma habilidad. Ejemplo: equipo de vendedores.
- Inter-funcionales: miembros con diferentes habilidades y funciones que atienden mismo proceso y clientes.
- Multifuncionales: miembros permanentemente asignados a un proceso, pero que por sus habilidades pueden desarrollar otras funciones.

En cuanto al poder de decisión los equipos se pueden dividir en:

- Participativos: no tienen poder de decisión, solo pueden sugerir a la administración acciones de mejora.
- Empoderados: tienen autoridad para decidir sobre un proceso en particular. Esto no implica de manera alguna que la administración se desentienda de sus decisiones u operación.
- Auto dirigidos: a diferencia de los empode-

rados, estos equipos tienen un mayor nivel de autonomía ya que pueden planear, fijar prioridades, organizar, coordinarse con otros, realizar acciones correctivas y resolver problemas. En este tipo de equipos es fundamental la capacitación pues miembros que no hayan tomado decisiones, no deben formar parte de este tipo de equipos sin la formación necesaria.

Círculos de calidad: no se hará referencia en esta parte a este tipo de equipos, ya que más adelante se les dedica un capítulo completo al tema.

Equipos de alto desempeño: Jon Katzenbach en un artículo sobre el tema, describe cuatro fases por las que atraviesa un equipo, ya que éstos no son instantáneamente funcionales; es decir, los miembros de un equipo necesitan tiempo para acomodarse y conocer sus fortalezas y debilidades a través de los siguientes procesos.

- **Formación:** la etapa de luna de miel donde los miembros del equipo apenas se integran al grupo.
- **Tormenta:** comienzan los conflictos cuando los miembros negocian asignaciones de trabajo, y expresan desacuerdo en qué hacer. Puede la situación escalar hasta convertirse en un equipo disfuncional, por lo que es importante guiarles en resolución de conflictos.
- **Acostumbrándose:** tras un período de discusión y negociación, el equipo alcanza un estado donde reglas básicas se establecen y los miembros aprenden a trabajar en conjunto. Acá el equipo comienza a ser productivo, y se desarrolla un sentido de orgullo de equipo.
- **Rindiendo:** el grupo se ha constituido como funcional y se hace la mayoría de trabajo. Esta etapa puede ser corta en términos de la duración del proyecto, ya que puede ser un 25% del tiempo total del proyecto.

Frank LaFasto & Carl Larson publicaron en

1989 un trabajo llamado “Trabajo en equipo, Qué debe ir bien / Qué puede salir mal”. Allí mencionan que los equipos de alto desempeño tienen un objetivo claro y desafiante; están estructurados en función de los resultados que esperan; cuentan con miembros competentes; operan en ámbito de cooperación; cuentan con indicadores que miden su desempeño; reciben apoyo y reconocimiento externo; y su liderazgo está basado en los valores de la organización a la que pertenecen.

Organizaciones basadas en una cultura de trabajo en equipo

Los líderes de la organización deben estar convencidos de las ventajas de trabajar en equipo; deben compartir la visión de la empresa; y deben contar con una estructura organizacional de asignación de trabajo y sistemas de reconocimiento.

En 1991 los hermanos Mary & Dean Tjosvold publican un trabajo llamado “Liderando el equipo de la organización. Cómo crear una ventaja competitiva duradera”. Desarrollan allí un modelo que plantea que una organización basada en equipos busca entusiasmar a los empleados con sus tareas, el servicio al cliente, la mejora continua, el respeto a la opinión de los demás y la participación activa. Se debe asegurar que cada miembro del equipo tiene las habilidades para interactuar positivamente. El trabajo en equipo requiere sensibilidad, empatía (Participación afectiva de una persona en la realidad que afecta a otra) y saber cómo confrontar las ideas de otros sin conflictos.

Infraestructura para un programa de trabajo en equipo

Otros autores proponen un modelo de etapas evolutivas de los trabajos en equipo algo diferente del modelo que vimos de Jon Katzenbach (Formación -> tormenta -> acostumbrándose

-> rindiendo). Sin embargo, consideramos que el modelo Kazenbach describe de una manera acertada el entorno nuestro. Trabajar en equipo no requiere que la organización cambie su estructura, pero sí que se asignen nuevas responsabilidades a ciertos miembros.

Se requiere de un comité de calidad que administrará las actividades de mejora en la empresa mediante los grupos de trabajo. Este comité ha de contar con un Coordinador quien ejecutará las decisiones del comité. Cada grupo a su vez tendrá un líder. Como se anotó arriba, no se requiere cambio de estructura en la organización, pues los grupos mencionados acá tendrán dedicación de tiempo parcial a las labores de mejora de los procesos operativos.

Para formar el equipo, el primer paso es seleccionar el proyecto. El resultado del proyecto debe apoyar la labor de la empresa, debe estar asociado a algún proceso (Proceso que no debe estar en transición). Acto seguido se deben identificar los objetivos del proyecto con el fin de hacer la asignación de recursos correspondiente. Se selecciona el líder, un asesor de calidad, y los demás miembros del equipo.

Para dar inicio a las actividades del equipo que mejora la calidad se planean aspectos como: La publicidad que promoverá el concepto entre los empleados; condiciones y momento adecuado para iniciar; mecanismos de medición del desempeño del grupo. Algunos otros factores a tener en cuenta son:

- Todos los miembros deben reconocer la importancia de la meta, tanto para ellos como para la empresa.
- Miembros asignados de acuerdo a sus habilidades y potencial.
- Monitorear de cerca las primeras actividades del grupo; y establecer un código de conducta. Los primeros objetivos han de estar orientados a aprender a trabajar en equipo.
- Los equipos deben recibir en forma oportuna la información relevante para su desempeño.
- Que los miembros se conozcan personalmente tanto como sea posible.
- Proporcionar retroalimentación al grupo de manera oportuna.

La capacitación es fundamental en un programa que involucre a los empleados mediante el trabajo en equipo. Que se aprenda el uso de procedimientos para análisis de problemas; que se comprendan conceptos de relaciones humanas para disminuir conflictos; que se mejoren habilidades de comunicación oral y escrita, así como conceptos de calidad total, satisfacción del cliente y mejoramiento continuo. La capacitación ha de tener en cuenta la preparación escolar de los miembros y su experiencia y debe ser práctica con ejemplos adaptados a las operaciones de la empresa.

Superación de obstáculos

Se menciona a continuación los obstáculos más frecuentes y vías para superarlos:

| Obstáculos | Recomendaciones |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Pérdida del entusiasmo.• Sentimiento de abandono.• Pérdida de identidad.• Discusiones improductivas.• Conflictos interpersonales.• Falta de dirección por parte de la administración. | <ul style="list-style-type: none">• Revisar con frecuencia los principios operativos del trabajo en equipo.• Proyectos de corto alcance, para mantener sensación de logro.• Asegurar la información pertinente para el equipo.• Volver a capacitar sobre solución de problemas.• Cambio de líder o de miembros de ser necesario.• Revisar sistema de reconocimientos. |

Tabla 2. Obstáculos y recomendaciones en los equipos de trabajo
Fuente: Propia.

Dinámica de operación en los equipos de trabajo

Comenzamos por establecer objetivos como un medio para mejorar el desempeño. El saber que se ha llegado a un punto, es aliciente para el equipo, y no riñe esto con la visión de mejora continua; porque solo es mecanismo para encaminarse a un punto mejor. Ese objetivo debe ser retador pero alcanzable; debe ser claro y asociado con los objetivos de la empresa; además de medible. Los objetivos se elaboran mediante una frase que incluya un verbo de acción, un objetivo numérico, el proceso con que se relaciona, y el tiempo en que se espera lograr. Ejemplo: disminuir 5% la cartera vencida del proceso de arrendamiento de IT antes del cierre de Q2 de 2014.

Sobre el comportamiento de los miembros del equipo

Existen diferentes trabajos que describen el comportamiento que pueden asumir los miembros; como el trabajo que desarrollaron en 1948 Paul Sheats & Kenneth Benne, llamado “Identificando los roles positivos y negativos del comportamiento en grupo”; donde se habla que hay roles como: Quien busca información, quien da información, quien inicia, quien elabora, etc.

El profesor Meredith Belbin publicó en 2013 un trabajo llamado “Método, fiabilidad y validez, estadísticas e investigación: un completo repaso a los roles Belbin de equipo”. Allí presenta una clasificación de papeles útil para entender el comportamiento de los miembros de un equipo. Se muestra a continuación:

| Papel en el equipo | Contribución | Debilidad permitida |
|----------------------|---|--|
| Planta | Creativo, librepensador. Genera ideas y soluciona problemas difíciles. | Ignora incidentes. Muy preocupado por comunicación efectiva. |
| Investigador | Extrovertido, entusiasta, comunicativo, explora oportunidades y desarrolla contactos. | Demasiado entusiasta, pierde interés una vez pasa el entusiasmo inicial. |
| Coordinador | Maduro, seguro, clarifica metas, delega bien. | Puede ser visto como manipulador. Delega parte de su propio trabajo. |
| Moldeador | Retador, dinámico, prospera bajo presión, tiene el coraje para superar obstáculos. | Propenso a la provocación, ofende sentimientos de otros. |
| Monitor | Sobrio, estratégico, ve todas las opciones y juzga con precisión. | Carece de habilidad para inspirar a otros. |
| Trabajador de equipo | Cooperativo, perceptivo, diplomático, escucha y evita fricciones. | Indeciso en situaciones críticas. Evita confrontación. |
| Implementador | Práctico, confiable, eficiente, convierte ideas en acciones y organiza el trabajo que debe hacerse. | Algo inflexible. Lento al responder a nuevas posibilidades. |
| Finalizador | Meticuloso, inquieto, busca errores, perfecciona. | Reacio a delegar, se preocupa innecesariamente. |
| Especialista | Proactivo, dedicado, provee conocimientos y habilidades. | Contribuciones en un frente estrecho. Se obsesiona con tecnicismos. |

Tabla 3. Comportamientos en los miembros de un equipo
Fuente: Propia.

Para que las reuniones del equipo sean exitosas se debe contar con un coordinador de equipo preparado, una sala cómoda donde no haya interrupciones o distracciones. Para facilitar la comunicación, la disposición de sillas debe permitir el contacto visual entre todos. Definir con antelación día, hora y duración; así como frecuencia de las reuniones; por último ser estricto con la hora de inicio y finalización.



Imagen 3. Comunicación en el equipo de trabajo

Fuente <http://dilbert.com>

Una reunión debe tener un objetivo específico conforme el avance del proyecto, y las actividades de la agenda se deben organizar por prioridad, ya que se recomienda que la reunión tenga una duración fija en lugar de una cantidad de puntos fijos a tratar. De antemano se debe determinar el método para analizar problemas y tomar decisiones.

La estructura general de una agenda suele contener:

1. Revisión de la agenda.
2. Repaso de acuerdos y temas pendientes de la reunión anterior.
3. Revisión del progreso de logros de metas.
4. Aclarar los objetivos de la reunión.
5. Plan de actividades a cubrir en la reunión.
6. Desarrollo del plan de actividades.
7. Asignación de tareas a los miembros del grupo.
8. Planeación de la siguiente reunión.

El reconocimiento

Los miembros del equipo deben sentir que se les trata de manera imparcial. Las diferencias en las compensaciones deben ser producto de reglas claras y conocidas por todos. El reforzamiento no tiene que ser estructurado para que las personas no se condicionen a cierto tipo de reconocimiento; y debe favorecer las conductas adecuadas al trabajo en equipo.

Todo equipo requiere de un coordinador con suplente, pues esta posición no debe quedar vacante en una reunión. Este coordinador responde por el rendimiento del equipo, maneja la interacción con personas externas al grupo, maneja los conflictos que se presentan al interior del equipo, tiene empatía hacia su equipo, y habilidad para parafrasear lo que dicen sus miembros en caso que éstos no se hagan entender.

La primera reunión de un equipo debe procurar que sus miembros se conozcan, definir cómo se tomarán decisiones, informar de los recursos con que se cuenta y las reglas a observar.


Conclusión

Podemos cerrar este capítulo de trabajo en equipo con las siguientes consideraciones:

La competitividad define la duración de una empresa en el mercado. Una de las bases de la competitividad es la mejora continua que se logra con trabajo en equipo que combina habilidades, conocimiento y compromiso de sus miembros. Esto se facilita cuando la administración cambia su modelo de un estilo funcional a uno por procesos, donde todos tienen clara la misión y visión de la organización.

Trabajar en equipo requiere un estilo administrativo de participación o abierto a la colaboración, donde los equipos empoderados responderán por la planeación, control y mejora de sus procesos. La infraestructura administrativa debe apoyar la implementación y operación de los equipos, donde el coordinador o líder es clave para su desempeño.

Para que la labor de equipo se interiorice como cultura, es necesario que los miembros se beneficien y aprecien las ventajas de esta forma de trabajo; además de los beneficios que empresa y accionistas deban obtener. Otro aspecto que



refuerza el trabajo en equipo como cultura es que la toma de decisiones ya no sea de forma autoritaria, sino por consenso.

El sistema de calidad total de la actualidad está orientado al consumidor, busca la mejora continua, empodera a sus miembros, valora la capacitación y el trabajo en equipo.

El trabajo en equipo ha de estar orientado a la mejora continua y la innovación. Bien sea que esté dedicado a un proyecto interno de la empresa o uno que involucre clientes y/o proveedores; Independiente que según su autonomía sean participativos, empoderados o autodirigidos.

Es vital el apoyo de la administración al equipo para coordinar actividades o solucionar conflictos; esto durante todas las fases de evolución del equipo, que van desde su gestación hasta su etapa de alto desempeño.



Técnicas de mejoramiento de procesos sencillos



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Reg. 22215 Mineducación (Dic. 9-83)

Introducción

Al finalizar el estudio de la presente cartilla, el alumno estará en capacidad de identificar las diferentes herramientas para mejorar la calidad en procesos sencillos, mediante el estudio del material de la presente cartilla donde se desarrollan técnicas como la hoja de datos, el diagrama causa/efecto, el Pareto o el análisis por estratificación.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- a.** Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
- b.** Escribir al tutor sobre dudas que surjan.
- c.** Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La web no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en la web. Recuérdese que así como hay portales con noticias falsas; los hay también con información errónea.

Desarrollo temático

Técnicas de mejoramiento de procesos sencillos

Mejorar tanto procesos como sistemas de gestión de calidad, requiere la aplicación sistemática de técnicas como las que veremos en el presente capítulo. La mejora no es un hecho casual o espontáneo; sino el resultado de la aplicación disciplinada de estas técnicas. Iniciaremos por mostrar en un cuadro el nombre de la técnica, una corta descripción y sus posibles aplicaciones (tomado de ISO 9000 y la planificación de la calidad de Francisco López C.); para posteriormente entrar a ver algunas de ellas con más detalle. La tabla de fondo gris corresponde a técnicas para problemas sencillos, y la de fondo verde corresponde a técnicas para problemas complejos.

| Técnica | Descripción | Aplicaciones |
|--------------------|--|--|
| Diagrama de flujo | Uso de símbolos gráficos para describir una actividad o proceso. | Diseño y rediseño de procesos y actividades. Documentación de los procesos y actividades de forma didáctica. Entrenamiento al personal responsable del proceso. |
| Diagrama de Pareto | Gráfico de barras que estratifica y organiza datos en forma decreciente en función de la frecuencia con que se presenta un evento. Se fundamenta en el principio del 80:20 del economista italiano Vilfredo Pareto (1890). | Permite identificar y clasificar los eventos que más se repiten para tomar acciones sobre ellos. <ul style="list-style-type: none">■ Determinar incumplimientos, no conformidades, re-procesos, quejas o reclamos más frecuentes para iniciar acciones correctivas sobre ellos.■ Identificar clientes, productos o mercados más representativos para enfocar esfuerzos en ellos. |

| | | |
|---|---|---|
| Diagrama de causa efecto | Diagrama en forma de espina de pescado desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa (1985); se usa en la descripción de las posibles causas de la ocurrencia de un evento en relación con factores como máquina, mano de obra, método, materiales y medio ambiente. | Identificación de relaciones y factores de causalidad relacionados con un evento y que permitan llegar a la causa raíz para tomar acciones respecto de la causa. Identificación de las causas de un incumplimiento o no conformidad para tomar acciones que la eliminen o minimicen sus efectos. |
| Gráfico de desarrollo (gráfico de comportamiento) | Gráfica de dos coordenadas (X-Y) del comportamiento de una variable o indicador (eje X), en el tiempo (eje Y). | Visualizar y monitorear una variable en el tiempo. Verificar que una variable se mantiene dentro de límites establecidos. Visualizar tendencias en el comportamiento de la variable para inicio oportuno de acciones. |
| Diagrama de dispersión | Gráfica de dos coordenadas (X-Y) de la relación entre dos variables o eventos. | Investigación de relaciones de causalidad entre dos eventos, ya sea para confirmar hipótesis o determinar acciones a seguir con alguna de las dos variables. |
| Histograma | Gráfico de barras que organiza variables cuantitativas en categorías o grupos acorde con la frecuencia de ocurrencia y que muestran la distribución de los datos. | Herramienta de control estadístico de proceso (CEP) que permite visualizar la variación y tendencia en la distribución de variables cuantitativas, conocer la variación resultante de un proceso y establecer la capacidad del proceso. |

Tabla 1. Técnicas de mejoramiento de procesos sencillos
Fuente: Propia.

| Técnica | Descripción | Aplicaciones |
|---|--|---|
| CEP Gráfico de control para variables. Barra X – R (R por rango) | Gráfica de dos coordenadas desarrollada por Walter Shewhart (1924), que muestra el comportamiento y tendencia de una variable en el tiempo, aplicando herramientas estadísticas (promedios y rangos) para asegurar la calidad de la información. | Herramienta del control estadístico de procesos (CEP) que permite conocer la variación y tendencia en la distribución de variables cuantitativas; identificar causas de variación no natural; establecer límites de control y determinar la capacidad del proceso. Veremos su aplicación en el capítulo dedicado al CEP (Control Estadístico del Proceso). |
| CEP Gráfico de control para atributos | Gráfica de dos coordenadas desarrollada por Walter Shewhart (1924), que muestra el comportamiento y tendencia de un atributo o cualidad en el tiempo o una serie consecutiva de eventos. | Herramienta del control estadístico de procesos (CEP) que permite conocer la variación y tendencia en la distribución de atributos, identificar causas de variación no natural; y establecer límites de control. Veremos su aplicación en el capítulo dedicado al CEP (Control Estadístico del Proceso). |
| Ruta de la calidad (<i>CQ Story</i>) | Procedimiento de ocho etapas en las que se establecen las actividades, herramientas y responsabilidades para la solución de problemas y el mejoramiento continuo. | Proceso formal para inicio de acciones correctivas, preventivas y proyectos de mejora. |
| Hoja de análisis o matriz de análisis | Técnica de análisis que muestra la relación existente entre conjuntos de factores. | Se usa para organizar, priorizar y clasificar información estratégica y operativa que asegure una toma de decisiones fundamentada. |
| <i>Benchmarking</i> | Técnica de comparación de un producto, servicio o proceso con el mejor en su categoría (punto de referencia), desarrollada por Xerox Corporation (1979). | Identificación de oportunidades de mejora para dar inicio a este tipo de proyectos, que incrementen la competitividad de una organización. |

| | | |
|---|---|---|
| Auto evaluación Anexo A ISO 9004:2009. Gestión para el éxito sostenido de una organización | El Anexo A proporciona una herramienta para que una organización autoevalúe sus fortalezas y debilidades, para determinar su nivel de madurez y para identificar las oportunidades de mejora e innovación. | Identificación y clasificación de oportunidades de mejora para la organización, para iniciar proyectos de mejora con los mayores beneficios para la empresa. |
| Cinco “S” | Proceso cultural para aplicación de cinco principios para la organización, mantenimiento y mejora del puesto de trabajo. | Incremento en la eficiencia y eficacia de los procesos de la empresa, garantizando un ambiente adecuado para un desempeño óptimo. |
| AMEF –D Análisis de modo y efecto potencial de falla en el diseño | Técnica analítica de identificación de fallas potenciales en la función de diseño de un producto, sus causas, efectos y medios de control. Desarrollada en 1949 por la NASA con un procedimiento militar para la ejecución de un modo de falla, efectos y análisis de criticidad. | Se usa para identificar y calificar las fallas potenciales, sus efectos y controles, y para establecer acciones correctivas y preventivas que eliminen las causas, minimicen los efectos o mejoren los mecanismos de control. |
| Seis Sigma | Proceso de mejora que involucra el cambio cultural, la formación, la estructura organizacional, las etapas, las actividades y las herramientas estadísticas necesarias para su implementación. Definido por Michael Harry en Motorola y Lawrence Bossidy en General Electric en 1990. | Proceso estructurado para inicio de acciones correctivas, preventivas y de mejora continua en una organización. Facilita el establecimiento de una cultura de mejora continua en la organización. |
| <i>Kaizen</i> | Filosofía de mejora continua en la cual todos los que trabajan en la empresa buscan oportunidades de mejora para implementar acciones concretas que se reflejan en mejores procesos y productos. La palabra proviene de la unión de dos vocablos japoneses: <i>Kai</i> que significa cambio, y <i>Zen</i> que significa mejora: cambio para mejorar. | Identificación de oportunidades de mejora para la organización e implementación de acciones para incrementar la eficiencia y eficacia de productos y procesos. Transformación cultural para la mejora. |

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| <i>Poka yoke</i> | Enfoque que combina mecanismos a prueba de errores, prevención de errores en el puesto de trabajo. Establecido por Shigeo Shingo, Ingeniero Industrial de Toyota en 1977. | Se usa en la implementación de acciones preventivas en procesos operativos. Técnicas que eliminan o minimizan errores en procesos. |
| Mejora de procesos en la empresa | Identificación y gestión de procesos críticos para el desempeño de la organización, buscando que estos procesos produzcan el máximo beneficio. Propuesto por James Harrington en 1993. | Estrategia orientada para que los procesos críticos sean efectivos, eficientes, adaptables, bien definidos y administrados, para mejorar el desempeño del negocio. |
| Reingeniería de procesos | Cambio radical en el diseño de procesos del negocio. Presentado por Michael Hammer y James Champi. | Estrategia orientada al rediseño de todo el negocio, cuando el desempeño antes del cambio tiene resultados muy poco satisfactorios. |
| Despliegue de la función de calidad | Herramienta en la que se determinan y ponderan los atributos de un producto o servicio, en función de la visión del cliente, para rediseñar los procesos de acuerdo al resultado. Desarrollado por Yoji Akao en Japón en los años 60. | Técnica bastante útil para diseñar nuevos productos, ya que minimiza posibles cambios una vez el producto ha salido al mercado. También se usa cuando se detecta insatisfacción del cliente, y se define un proceso orientado a mejorar esa situación. |

Tabla 2. Técnicas de mejoramiento de procesos complejos
Fuente: Propia.

El maestro Kaoru Ishikawa comentaba en un seminario en 1987, cómo se llegó en Japón a un nuevo empleo de la estadística, de la siguiente manera: “Después de los seminarios de *Deming* y de otras experiencias americanas, realizados a principios de los años cincuenta, empezamos a enseñar las técnicas estadísticas en nuestras empresas. Después de dos o tres años nos dimos cuenta que estas enseñanzas no ofrecían resultados y que estábamos enseñando a los hombres de empresa un método estadístico demasiado sofisticado, demasiado difícil de aprender. De esta forma la gente empezó a pensar que el método estadístico era algo muy difícil y por tanto, también era difícil llevar a la práctica el control de calidad.

Para corregir este error enseñamos el método estadístico a través de dos programas diferentes. En lo que respecta al primero, decidimos enseñar desde la alta dirección hasta los operarios, el

método estadístico más sencillo, poniendo a punto los siete instrumentos del control de calidad. A los Ingenieros y especialistas de control de calidad les enseñamos los métodos más sofisticados de la estadística”.

Veremos a continuación algunas de las herramientas sencillas que se proponen para operarios y alta dirección de la empresa:

La hoja de recogida de datos u hoja de comprobación

| | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producto: | Fecha | | | | | | | |
| Tratamiento: | Departamento | | | | | | | |
| Nº de piezas inspec: | Operario: | | | | | | | |
| Nº total de piezas: | Notas: | | | | | | | |
| | día 1 | día 2 | día 3 | día 4 | día 5 | día 6 | día 7 | Total |
| Tejido manchado | | | | | | | | 22 |
| Tejido defectuoso | | | | | | | | 13 |
| Error de confección | | | | | | | | 14 |
| Error de planchado | | | | | | | | 5 |
| Otros | | | | | | | | 6 |
| Total | 9 | 6 | 10 | 11 | 11 | 8 | 5 | 60 |

Tabla 3. Hoja de recogida de datos u hoja de comprobación
Fuente: Propia.

Se elabora en función de objetivos concretos y debe ser sencilla y clara, de forma que las personas que tengan que recoger y registrar los datos, puedan hacerlo sin problema. Se emplean hojas adaptadas a las exigencias concretas de la recogida. Deben poseer un encabezado con fecha, producto, departamento, operario, número de piezas inspeccionadas, etc.

También puede entenderse como el documento que recoge los datos que los empleados consideran importantes para luego procesarlos. No tiene un diseño prefijado sino que se ajusta a los objetivos de lo que se piensa recoger; debe facilitar la toma de datos, y evitar posibles errores. Para diseñar la hoja de recogida, debe estar claro lo que se pretende recoger, y cuál es la mejor manera de almacenarlo para su posterior uso (Se explica a quien recoge por qué y para qué). Una vez elaborada la hoja, sigue el análisis que de esos datos se desprende como tendencias, distribución de datos, etc. Este análisis se hace con otras herramientas como el histograma, el diagrama de Pareto, etc.

La hoja de recogida evita la pérdida de datos; permite su almacenamiento de forma uniforme ya que en muchos casos son recogidos por diferentes personas, y a veces analizados por terceros que no intervienen en el proceso de recolectar la información; esto facilita el posterior análisis e interpretación de los mismos. La toma de datos puede interferir el normal funcionamiento de un proceso, por lo que debe escogerse el momento de recogida, respetando el principio de aleatoriedad y representatividad; además, las personas que almacenan datos deben estar formadas en la manera de recogerlos y en los aspectos que deben considerar.

El Histograma

Ya que los datos recogidos pueden ser cientos, deben tener un significado estadístico. Con el histograma a través de los conceptos de clase, distorsión y frecuencia, se puede entender la estructura estadística de los datos e interpretar así su significado.

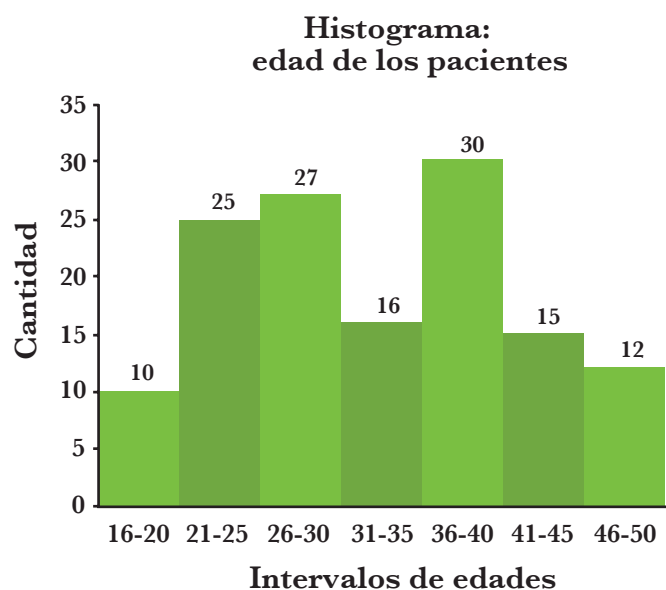


Figura 1. El histograma
Fuente: Propia.

El histograma también se conoce como diagrama de distribución de frecuencia, ya que muestra la distribución de una variable a partir de los datos recogidos en una tabla de frecuencias. Adopta la forma de diagrama de barras en cuyo eje vertical se representa la frecuencia (número de veces) con la que aparece cada una de los valores de una variable, y en cuyo eje horizontal aparece el rango de valores que ha tomado la variable analizada. El procedimiento para construirlo es como sigue: se recogen al menos 50 datos representativos sobre una variable, y se determina luego el número de barras, su anchura y límites. Siendo N el número total de datos, se ubica el mayor y el menor y se calcula su diferencia para obtener el rango. Para determinar el número de familias, barras o agrupaciones no hay regla.

A partir de lo anterior se determina la anchura de las barras o el rango por familia, el cual puede ser necesario ajustar. Establecido el ancho de la barra y conociendo el límite inferior de la primera

barra, éste no tiene por qué coincidir con el valor mínimo del conjunto de datos. Ahora podemos dibujar el histograma dejando en el eje X las familias (o rangos), y en el eje Y las frecuencias de los datos. Luego se cuenta el número de datos que podemos incluir en cada familia o barra, y se dibujan las distintas barras con la anchura marcada en el eje X y la altura igual al número de datos en el eje Y.

El diagrama causa / efecto

La esencia del trabajo de investigación es el estudio de relaciones entre causa y efecto. En la empresa, una persona puede procurar ciertos objetivos como reducir el número de rechazos. Estos objetivos son siempre efectos, y para influir en esos efectos hay que conocer las causas.

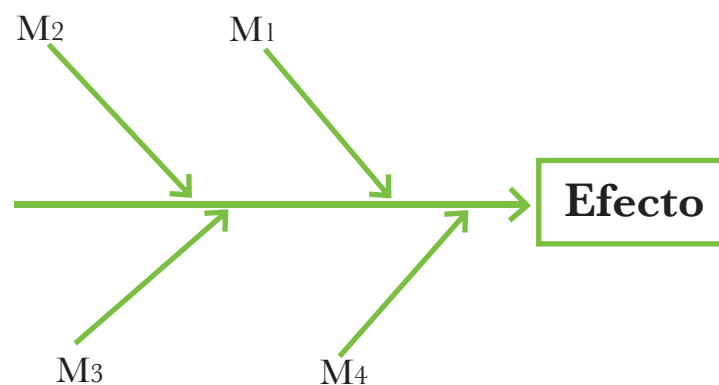


Figura 2. Diagrama causa/efecto
Fuente: Propia.

El diagrama que se muestra acá también es conocido como diagrama de *Ishikawa* o espina de pescado. El diagrama que vemos acá es conocido como de las 4 Ms; ya que en M1 plasmaremos las causas atribuibles al personal (Men), en M2 las causas atribuibles a máquinas, M3 para las causas por materiales y en M4 las atribuibles a métodos. En el rectángulo va el efecto que se desea estudiar. En las causas vamos a enumerar el mayor número posible de éstas, que se crean unidas al efecto estudiado. Para ello se puede emplear un mecanismo como el de lluvia de ideas. No es necesario que las causas se agrupen conforme a las 4 categorías enumeradas arriba. Además, una causa puede ser efecto de otras causas, por lo que a las flechas de causas pueden llegar otros grupos de flechas como el visto arriba.

Lo que sigue es seleccionar las causas que se estimen más importantes para el efecto que se está estudiando. Se espera escoger de dos a cuatro causas, y se busca luego formular alguna hipótesis que permita reducir o eliminar las causas consideradas. Después se debe medir la eficacia de las medidas adoptadas, mediante pruebas.

El principio de Pareto y su diagrama

Los problemas a que nos enfrentamos son desiguales en importancia. En lo comercial, el 20% de los clientes (los clientes “clave”) aportan el 80% de las ventas. En las compras, un pequeño porcentaje de las compras suponen el grueso del monto total de compras. En los almacenes, un pequeño porcentaje de los artículos en número representa la mayor parte del valor de las existencias. En el análisis de costos, aproximadamente el 2% de las cuentas, contiene el 80% de los costos de fábrica. En el control de calidad el grueso de los fallos de servicio, de las paradas, de los desperdicios del taller, de los trabajos de recuperación, y otros costos de calidad son localizables en unos pocos tipos de fallos, de defectos de taller, unos pocos productos, componentes, procesos, proveedores, diseños, operarios, etc.

Este fenómeno no está limitado a la industria. En lo humano, un pequeño porcentaje de personas posee la mayor parte de la riqueza (El foro de Davos de 2014 reveló que “Las 85 personas más ricas del planeta tienen el equivalente a los recursos de los 3.570 millones de habitantes más pobres”). Unos pocos países tienen la mayor parte de la población del mundo. Este principio se extiende a fenómenos de la naturaleza: un planeta contiene el grueso de la masa en nuestro sistema planetario.

A través de este fenómeno se hace evidente el principio que postuló Joseph Juran de “los pocos vitales y los muchos triviales”. Unos pocos miembros de la distribución cuentan por la mayor parte del efecto; el grueso de los miembros (los muchos triviales) cuentan por una parte muy pequeña del efecto total. Joseph Juran en los años 40 dio a este principio el nombre de “Principio de Pareto”, por un economista italiano de nombre Vilfredo Pareto quien observó este fenómeno aplicado a la distribución de la riqueza y adelantó la teoría de una ley logarítmica de distribución de los ingresos que definiría el fenómeno.

El principio de Pareto tiene una importante aplicación en los sistemas de gestión de calidad. Una mejora se justifica si aplica a los pocos proyectos vitales. Son estos proyectos los que contienen la mayor parte de las oportunidades de mejora en los porcentajes de fallo, de los costos de calidad, de las paradas por averías, de los rendimientos de los procesos, etc.

Los pocos proyectos vitales se identifican mediante un análisis de Pareto, que consiste en una lista de contribuciones al problema clasificadas por su orden de importancia. Ilustraremos con un ejemplo cómo se construye un diagrama de Pareto. Supóngase que se analiza el rendimiento de 6 operarios (idealmente la población de operarios debiera ser mayor; pero para no hacer densa la tabla o la gráfica, suponemos acá solo 6). En una tabla anotamos el número de unidades que ellos producen por turno. De manera decreciente anotaremos su nivel de producción, el porcentaje que representa, y el porcentaje acumulado como sigue:

| Operación | Unidades | % | %acumulado |
|-----------|----------|------|------------|
| A | 9 | 39.1 | 39.1 |
| B | 6 | 26.1 | 65.2 |
| C | 3 | 13 | 78.2 |
| D | 2 | 8.7 | 86.9 |
| E | 2 | 8.7 | 95.6 |
| F | 1 | 4.4 | 100 |

Tabla 4. Diagrama de Pareto
Fuente: Propia.

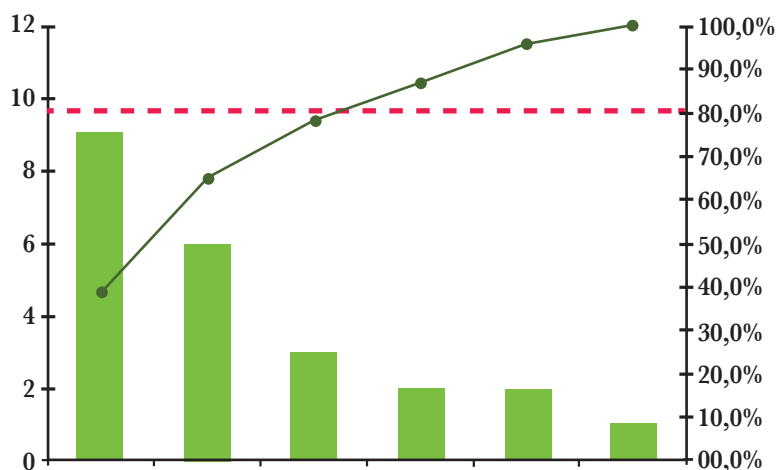


Figura 3. Ejemplo de Histograma nivel de producción
Fuente: Propia.

Por último representamos en un histograma el nivel de producción de cada operario (columna izquierda), y el porcentaje acumulado se representa por la línea de trazo verde, cuya valoración numérica corresponde a la columna de porcentajes a la derecha.

Así como se ha aplicado este análisis a niveles de producción, lo podemos aplicar a piezas mal logradas, tipos de defectos, tipos de producto, por proveedores, etc. Es decir, podemos emplearlo como técnica de representación gráfica que clasifica las causas de un problema en función de su frecuencia y su costo. El principio se enunciaría en este caso diciendo que el 80% de los problemas tiene su origen en un 20% de las causas. Cuando un problema se descompone en sus causas, unas pocas son las responsables de la mayor parte del problema.

Desarrollar un diagrama de Pareto requiere de los siguientes pasos:

- Elegir el fenómeno a analizar y listar sus causas.
- Seleccionar unidad de medida: costo o frecuencia.
- Definir intervalo de tiempo para toma de muestras.
- Registrar los datos en una hoja de recolección de datos. Ejemplo: En el pasado mes el defecto A se produjo 5 veces, el defecto B 10 veces, etc. Y si se piensa en impacto económico podemos decir que el defecto A costó U\$1.000 y el defecto B costó U\$5.000, etc.
- En el eje horizontal ubicamos causas en orden decreciente, en el vertical izquierdo la unidad de medida y con ello desarrollamos el histograma.
- En la misma gráfica pero en un eje vertical derecho ubicamos los porcentajes de 0 a 100%; y trazamos una línea del porcentaje acumulado de causas, como el de la tabla de nuestro ejemplo de arriba.

El análisis de Pareto identifica los factores claves de una determinada situación o aquellos que tienen mayor influencia. También sirve para señalar la importancia relativa de las diferentes causas de una situación. Podemos entonces determinar las causas más frecuentes que originan un problema y darles más o menos importancia a la hora de decidir qué aspectos trabajar.

El análisis por estratificación

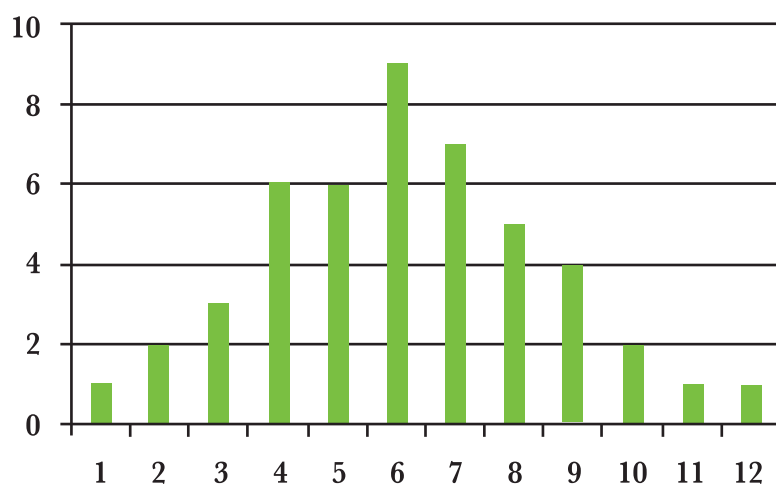


Figura 4. Gráfico de análisis por estratificación
Fuente: Propia.

Mediante un ejemplo se mostrará cómo funciona. Supongamos que en un histograma como el de la arriba se muestran los defectos de producción del último mes. Cabe preguntarse si se puede obtener más información estratificando los datos de los turnos y observando si hay diferencia. Abajo mostramos los histogramas del turno 1 y el turno 2, de donde se aprecia que hay mayor dispersión en el primer turno; lo cual nos dice que la situación del primer turno es menos positiva; por lo que ahora debemos entrar a analizar qué puede estar pasando en ese turno.

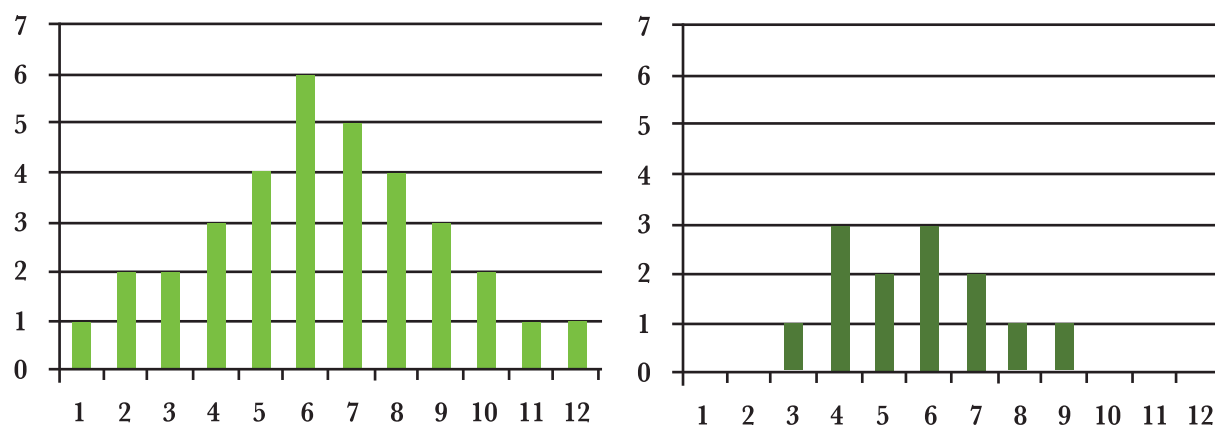


Figura 5. Ejemplos de análisis por estratificación “turno 1 y 2”
Fuente: Propia.

Esta técnica permite dividir los datos provenientes de distintas fuentes como turnos en el ejemplo de arriba, o máquinas, lotes, proveedores, etc. Y se debe recoger de manera separada. En su representación se pueden escoger diferentes colores o marcas para distinguir las fuentes, como la diferenciación de colores que hicimos por turno. Esto con el fin de analizar posteriormente los subconjuntos de forma desagregada.

El diagrama de correlación o dispersión

Cuando se analiza una situación, una de las preguntas importantes es si existe correlación entre dos hechos, parámetros o factores. Cuando se quiera determinar si una característica está ligada a otra, se puede proceder así: comenzamos por recoger los datos de los dos factores, luego construimos un conjunto de pares de datos. Estos pares de datos representados en un plano cartesiano, distinguen una serie de puntos que llegan a formar una “nube”. Es decir, llegan a tener cierta representatividad estadística.

Los factores a analizar normalmente serán una causa y un efecto. Así que después de una lluvia de ideas o un diagrama causa-efecto, se puede usar esta técnica para determinar objetivamente si existe relación entre una causa y el efecto estudiado.

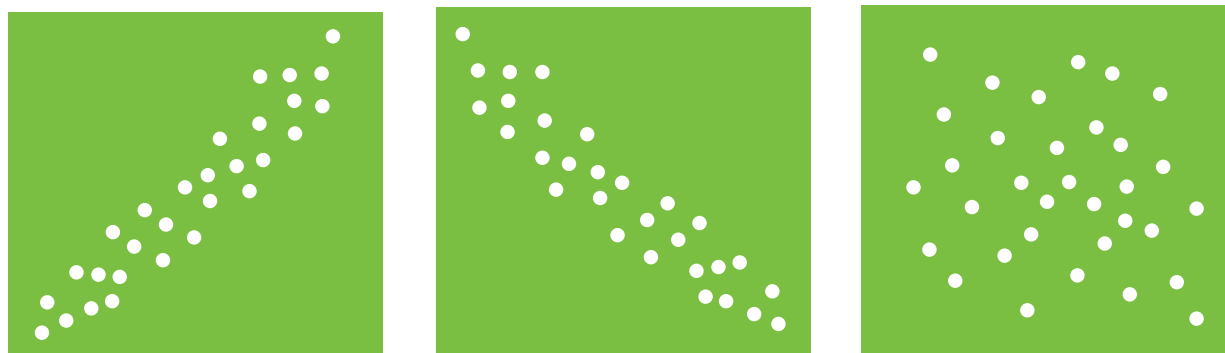


Figura 6. Diagrama de correlación o dispersión
Fuente: Propia.

En el gráfico de dos ejes se sitúan los valores de cada una de las variables. Realizado este proceso se pueden obtener nubes como las tres gráficas mostradas arriba. La primera gráfica muestra que hay una relación positiva entre los dos factores medidos. La segunda gráfica muestra que hay una correlación negativa entre los dos factores, y la tercera gráfica muestra que lo más probable es que no haya relación entre los dos factores. No hay que olvidar que la construcción del diagrama requiere recoger en pares los datos de ambas variables, generalmente de 30 a 50 pares.

Existe correlación positiva cuando un incremento positivo de una variable provoca un aumento positivo de la otra, es negativa cuando se da el caso contrario. Un diagrama de dispersión sólo identifica la existencia de dicha relación, pero no las causas, ni el carácter de las variables. Vale decir, aunque el diagrama muestre la existencia de una relación, no se puede afirmar a ciencia cierta que una variable es causa de la otra, pues puede deberse a una tercera variable oculta.

La hoja de control

Esta herramienta requiere de cálculos más elaborados, y se emplea en nuestra lección sobre (CEP); pero vamos a anticipar algunas cosas acá. Un proceso puede estar bajo control o fuera de control. Es importante en cuál de las situaciones se encuentra nuestro proceso, pues un proceso que no se encuentre bajo control, no se puede mejorar. Si el proceso está bajo control, sus parámetros estarán variando de acuerdo a ciertas reglas que después veremos, entre dos valores límites. Un límite superior que llamaremos UCL (*Upper Control Limit*), y un límite inferior que llamaremos LCL (*Lower Control limit*).

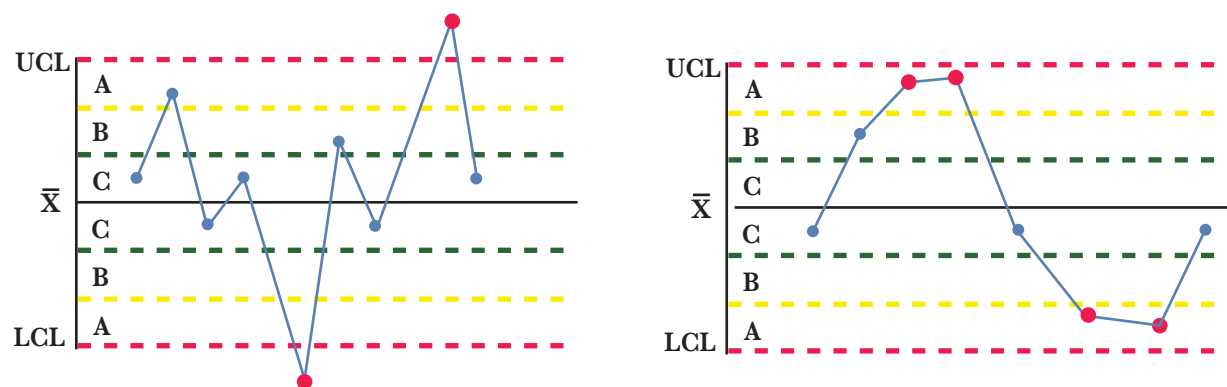


Figura 7. La hoja de control
Fuente: Propia.

Cuando veamos CEP, trabajaremos con conceptos que el estudiante recordará de sus lecciones de probabilidades, como la desviación estándar que en el caso de tener un conjunto de datos nos permite sacar la media aritmética de éstos; asimismo, la desviación estándar nos informa qué tan dispersos se hallan los datos con relación a ese valor medio.

Por ejemplo, si encontramos puntos de datos en nuestra hoja de control por fuera de los límites superior o inferior, notaremos que el proceso se encuentra fuera de control. Podemos hacer uso de la desviación estándar para calcular cuáles serán los valores de esos límites.



Técnicas de mejoramiento de procesos complejos



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Finalizados los estudios de esta cuarta semana, el alumno estará en capacidad de identificar las diferentes herramientas para mejorar la calidad en procesos complejos mediante el estudio de una metodología que involucra algunos principios, solución por fases y técnicas estadísticas como el análisis de varianza, o el análisis de Fourier.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
- Escribir al tutor sobre dudas que surjan.
- Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La web no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en la red. Recuérdese que así como hay portales con noticias falsas; los hay también con información incorrecta.

Desarrollo temático

Técnicas de mejoramiento de procesos complejos

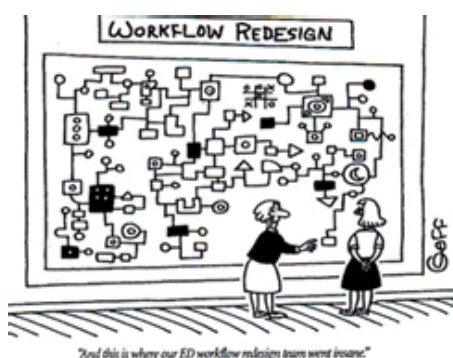


Imagen 1. Rediseño del flujo de trabajo

Fuente <http://joevaughan.com>

En la lección anterior vimos algunas herramientas básicas y sencillas que ayudan a mejorar procesos. En esta parte seguiremos en el mismo tema, pero viendo herramientas más elaboradas que emplean métodos estadísticos para diagnosticar y resolver problemas más complejos.

Comencemos por considerar algunos principios cuando se maneja un problema complejo. Esto con el fin de proponer un proceso lógico de análisis de la situación. Al enfrentar problemas de mejora advertimos que los fenómenos no son constantes, varían; por lo que con las mejoras buscamos que esa variabilidad disminuya y se pueda controlar. Los cuatro principios son:

1. Ley universal de las prioridades. Es una expresión más del principio de Pareto o de “los pocos vitales y los muchos triviales” ya que expresa que los factores realmente relevantes en una situación son pocos. Es decir, pocos factores explican la mayor parte de la variabilidad del resultado de un proceso. Cuando analizamos solo los factores importantes logramos ahorro de recursos, incluyendo el tiempo.
2. Si bien es cierto que un producto o servicio puede tener varias características, el objetivo de la mejora en el proceso es uno solo: optimizar en función de la satisfacción del cliente. Como las características del producto están interrelacionadas, se debe cuidar el efecto que la variación de una de estas en un plan de mejora pueda tener sobre las otras, así como se deben conocer las relaciones entre las características del producto.
3. La variabilidad de un resultado usualmente tiene un componente espacial y otro temporal. El análisis de esos dos componentes es muchas veces determinante para la resolución del problema.
4. La variabilidad de un resultado tiene tanto causas comunes como especiales. Las comunes son inherentes al proceso, a las instalaciones, las materias primas, a los

procedimientos, y a la preparación y habilidad de los operadores. Las causas especiales que hacen variar un resultado pueden ser irregularidades, errores de operación, etc.

Aplicar estos principios a través de la estadística, nos permite definir los factores más importantes que en mayor grado causan la variabilidad de un resultado. Así, cuando se busca solucionar un problema complejo se propone acá seguir un esquema de las siguientes tres fases: Analizar el efecto → Analizar causas y definir los factores más importantes → Optimizar esos factores más importantes. Cada una de esas fases cuenta con diferentes técnicas o herramientas, como se ve a continuación.

| Fase para resolver problemas complejos | Instrumento o técnica a emplear |
|--|--|
| a. Analizar el efecto. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Estudio de la capacidad de un proceso. ■ Análisis de varianza. ■ Análisis de Fourier y de las series históricas. |
| b. Analizar las causas. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Regresión múltiple. ■ Análisis de los componentes principales. |
| c. Optimización de los factores importantes. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Técnicas de diseño de experimentos. |

Tabla 1. Fases para resolver problemas complejos
Fuente: Propia.

Analizar el efecto

Se refiere al estudio de qué tanto varía el efecto. Por ejemplo el comportamiento de una característica ante la variación de solo las causas comunes, y determinar qué componente de variabilidad tiene mayor peso.

Estudio de la capacidad de un proceso: el reto de los mercados competitivos de hoy es liderar la producción de dispositivos de calidad a un costo mínimo. Esto no se puede hacer sin un enfoque sistemático, y este enfoque está contenido en lo que se llama “Control de calidad estadístico”, del cual forma parte el estudio de la capacidad de un proceso. ¿Por qué es importante la capacidad de un proceso? Porque nos permite cuantificar qué tan bien puede un proceso generar productos conformes. Se podrán priorizar mejoras en el proceso, así como identificar las partes del proceso que no requieren de mejora inmediata. Si se determina que el proceso es capaz de producir productos conformes, entonces los procesos estadísticos de control se pueden usar para monitorear el proceso, lo que puede reducir esfuerzos adicionales de monitoreo. Esto no solo ahorra costos al eliminar inspecciones que no agregan valor, sino que reduce la necesidad de re-procesos e incrementa la satisfacción del cliente. Un proceso que es capaz, virtualmente deberá generar todas las unidades conformes; por eso solo es necesaria una inspección estadística. Si el estudio arroja que el proceso no es capaz, se va a requerir la inspección de todo lo que se produce (inspección del 100%).

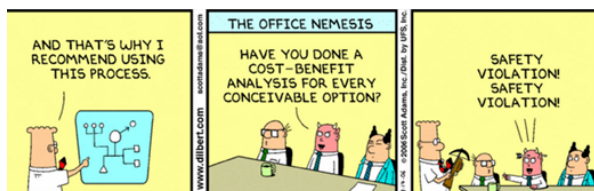


Imagen 2. Análisis costo beneficio
Fuente <http://search.dilbert.com>

El estudio de la capacidad de un proceso es una gestión sistemática que determina la habilidad del proceso para entregar productos conformes. Determina qué tanto puede rendir un proceso (de otra forma, cuáles son sus prestaciones), cuando solo se experimenta la influencia de las causas comunes. Recuerdese aquí que por causas comunes entendemos condiciones normales de operación, como materia prima bajo las especificaciones acordadas, desgaste normal de materiales, equipos calibrados, operarios entrenados, etc. Es importante conocer las capacidades del proceso para observar en condiciones normales qué tanto se separan los datos de la media esperada (la dispersión intrínseca del proceso); pues si la dispersión es mayor a la esperada, vale decir, si los datos que se midan se alejan más de lo adecuado de la media esperada, quiere decir que no se ha definido un proceso adecuado. En una futura lección veremos la hoja de control en el Control Estadístico de Proceso (CEP), donde se estudiará con algo más de detalle este tema.

Análisis de varianza: este instrumento estudia de manera más eficaz qué tan dispersos están los datos de salida en relación con el valor medio esperado. Puede ser que el estudio de capacidad haya determinado que el sistema es capaz o no de cumplir con las especificaciones. Si determinó que no es capaz, el análisis de varianza nos puede ayudar a comprender

la estructura de la variabilidad en los resultados; para actuar de manera más eficaz sobre las causas que tengan mayor peso sobre la variabilidad de datos en la salida. Como se anotó arriba, la varianza es una medida de qué tan dispersos se hallan los datos, es decir, qué tanto se alejan de la media del conjunto de datos. Desde el punto de vista matemático es la misma desviación estándar, pero elevada al cuadrado.

La variabilidad se puede estudiar bajo dos aspectos, tiempo y espacio: la variabilidad en el tiempo trata de cómo se modifica un fenómeno con el paso del tiempo; y la variabilidad espacial estudia las diferencias de resultado en posiciones distintas en el mismo instante de tiempo. Con un par de ejemplos trataremos de ilustrar mejor esta situación.

Supongamos que estudiamos la producción de pernos sobre un torno que cuenta con seis herramientas simultáneas de corte, y vamos a estudiar el diámetro del perno. De los datos recogidos de diámetro, se puede verificar tanto la variabilidad espacial, como la temporal. La variabilidad espacial se refiere en este caso la que se da en el mismo instante sobre distintos pernos, ya que las seis herramientas de corte actúan sobre seis pernos diferentes al mismo tiempo. El análisis de varianza nos permite diferenciar la variabilidad global en esos dos componentes, espacial y temporal, poniendo de manifiesto el peso de cada uno. A menudo es necesario descomponer la variabilidad espacial y temporal en posteriores subcomponentes; con el fin de averiguar en qué componente o subcomponente se presenta la mayor variabilidad. Lo anterior con el fin de determinar las posibles causas que influyen de manera determinante en un proceso.

Veamos otro ejemplo de una fábrica que procesa bolsas de verdura congelada, donde existe una excesiva variabilidad del peso de cada una de las bolsas. Allí hay un recipiente que se llena

cada media hora con espinacas, cuatro pulpos que recogen las espinacas de ese recipiente, y cuatro posiciones de carga donde se llenan las bolsas por los cuatro pulpos. Podemos dividir la variabilidad global del peso en los siguientes dos componentes:

- La variabilidad temporal que existe entre las bolsas llenadas por el mismo pulpo en diferentes tiempos.
- La variabilidad espacial que existe entre las bolsas llenadas por los diferentes pulpos al mismo tiempo.

Un examen cuidadoso del proceso ha permitido diferenciar tres jerarquías temporales:

- El nivel inmediato que corresponde a variaciones de peso presentes en tomas consecutivas de un pulpo.
- El nivel de mediano plazo que corresponde a variaciones de peso en el lapso de media hora, que corresponde al tiempo en que se vacía el recipiente.
- El nivel de largo plazo que corresponde a variaciones de peso en bolsas de distintas cargas de recipiente.

El estudio de los datos mostró que la mayor variabilidad (75%), se presentaba en el mediano plazo (cuando el recipiente se vacía). Observándose que el peso disminuía en la medida que el recipiente se iba vaciando. Este análisis restringió las posibles causas, lo que permitió llegar rápidamente a una solución que disminuyó la variabilidad en un 70%.

Muchas experiencias muestran que las causas que originan variabilidad temporal son diferentes a las causas que originan variabilidad espacial. Habitualmente, basta estudiar la estructura de variabilidad de un fenómeno para delimitar las causas que lo originan, en cuyo caso se suele pasar a la fase de estudio causa / efecto entre los parámetros del proceso y las características del producto.

Análisis de Fourier y de las series históricas: cuando prevalece la variabilidad temporal y no se ha logrado definir bien la situación, se suele recurrir a esta herramienta. El análisis de Fourier es un análisis temporal de valores consecutivos de una variable. Determina si los datos presentan una o más frecuencias cíclicas de oscilación intrínseca al sistema. Este método es eficaz cuando las causas son constantes. Veamos un ejemplo.

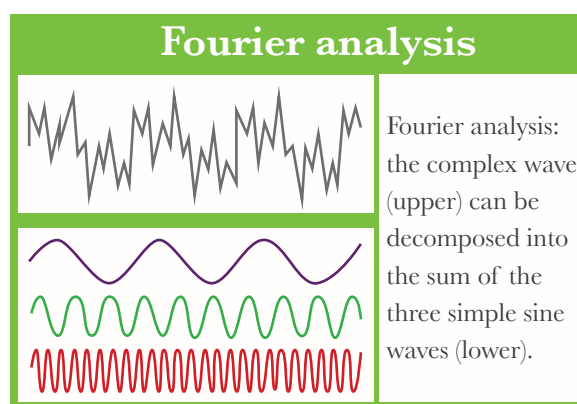


Figura 1. Análisis de Fourier
Fuente <http://www.frca.co.uk>

A la salida de un horno de pastelería, la dispersión del peso de los panes era elevada (es decir, variaba bastante lo que se alejaba el peso de un pan, de su valor medio esperado); lo que dificultaba cumplir con el precio declarado en los empaques. Otro estudio mostraba que la dispersión del producto crudo, impactaba en un 25% la dispersión del producto horneado; lo que significa que la fase de cocción da una variabilidad excesiva al producto. Así que se decide analizar el peso de centenares de panes fabricados consecutivamente. El análisis de Fourier de los datos recogidos mostró que la dispersión de peso seguía una curva cíclica aproximadamente sinusoidal con un período de seis minutos. Ese periodo coincidió con el tiempo de enganche / parada del termostato del horno. Un análisis de la evolución de temperatura del horno mostró la misma oscilación. Cuando se intervino en la forma como se regulaba la temperatura, la variabilidad del peso disminuyó en un 70%.

Otra herramienta útil para analizar secuencias temporales de datos es el análisis de series históricas. Su ventaja sobre el análisis de Fourier es que no necesita que el fenómeno sea cíclico. El análisis de series históricas es capaz de diferenciar cualquier tipo de ley en la que no hay una variabilidad perfectamente casual. Con esta herramienta se buscan los factores más importantes que causan un efecto, mediante el empleo de potentes instrumentos estadísticos.

Una serie histórica es una colección de observaciones o datos obtenidos a través de repetidas medidas en el tiempo. Por ejemplo medir el valor de venta de la gasolina cada mes del año, conformaría una serie histórica. Los datos que solo se toman una vez o no se toman periódicamente, no conforman una serie histórica.

Una serie histórica se puede descomponer en tres componentes: la tendencia (dirección a largo plazo), la estacionalidad (movimientos

sistemáticos relacionados con el calendario), y la irregularidad (fluctuaciones de corto plazo no sistemáticas).

Usualmente se busca discernir si hay un patrón en los valores colectados de datos, con la intención de hacer un pronóstico a corto plazo. Esta técnica se puede emplear en la toma de decisiones en negocios.

Un concepto importante en el análisis de series históricas es el efecto estacional, que es un efecto sistemático relacionado con el calendario. Algunos ejemplos incluyen el incremento en el consumo de agua cuando llega el verano en países con estaciones, debido al incremento en temperaturas. Esta situación ocasiona un ajuste estacional que se refiere al proceso de estimar y entonces remover de la serie de tiempo influencias que son sistémicas y están relacionadas con el calendario. Los datos observados se deben ajustar estacionalmente ya que estos efectos estacionales pueden enmascarar el verdadero movimiento de la serie, así como enmascarar ciertas características no estacionales de interés para los analistas. El ajuste estacional puede a veces no ser adecuado, cuando la serie histórica está dominada por una tendencia o por componentes irregulares, pues es casi imposible identificar y remover las estacionalidades presentes.

Los componentes estacionales consisten de efectos que son razonablemente estables con respecto al tiempo, dirección y magnitud. Surge de influencias sistemáticas relacionadas con el calendario como:

- Condiciones naturales. Fluctuaciones climáticas que son representativas en la estación. Patrones climáticos no característicos como nieve en verano serían considerados influencias irregulares.
- Procedimientos administrativos y de negocios, como el inicio y finalización del año escolar.

- Comportamiento social cultural como las navidades.

También incluye efectos sistemáticos relacionados con el calendario que no son estables en la programación anual tales como:

- Festivos móviles, como la semana santa en Colombia o el año nuevo en China.
- El número de ocurrencias de un día en el mes varía de año a año. Por ejemplo hubo 4 fines de semana en marzo de 2000, pero 5 fines de semana en marzo de 2002.

Analizar las causas

Es posible restringir la variabilidad de los fenómenos cuando se conocen las relaciones entre las causas y las características del objeto a mejorar. Para estudiar el impacto de posibles factores en un resultado, se emplea el diagrama de causa / efecto en tres fases:

- En un esquema similar al diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, se inicia por anotar toda posible causa que hay para determinado efecto.
- Teniendo en cuenta la experiencia, los datos históricos, y datos extraídos del paso anterior de análisis de efecto, se identifican las causas más probables.
- Por medio de la verificación se definen las causas más importantes. En los problemas complejos, en esta fase se emplean herramientas como el análisis de regresión múltiple.

Análisis de regresión múltiple: este instrumento supone que se empleen tantos datos históricos como datos recogidos a propósito, tras el conocimiento de la existencia del problema. Es importante que al optimizar una característica del producto no se haga en detrimento de otras

características. Para ello, durante la recogida de datos para esta herramienta es conveniente precisar los valores de otras características del producto, para diferenciar las relaciones entre variables del proceso, de relaciones entre características del producto.



Imagen 3. Técnica estadística de la regresión múltiple
Fuente <http://networkianos.blogspot.com>

El análisis de regresión múltiple es una técnica poderosa para predecir el valor de una variable, a partir del valor conocido de dos o más variables – también llamadas indicadoras o pronosticadoras. Más precisamente, el análisis de regresión múltiple nos ayuda a predecir el valor de Y , dados los valores de X_1, X_2, \dots, X_k . Por ejemplo, la cosecha de arroz por acre depende de la calidad de la semilla, la fertilidad del suelo, la temperatura, las lluvias. Si uno está interesado en estudiar el efecto conjunto de todas las variables en la cosecha de arroz, puede usar esta técnica. Una ventaja adicional de esta técnica es que nos permite estudiar la influencia individual de estas variables en la cosecha.

Existe software que no elimina la necesidad de que se tenga claro el concepto, pero sí elimina la necesidad de calcular mediante ecuaciones, manualmente, este tipo de regresiones.

La técnica de regresión múltiple no prueba si los datos son lineales. Por el contrario, parte de asumir que la relación entre Y y cada una de las X_k , es lineal. De ahí que una regla prudente es mirar los gráficos de dispersión de (Y, X_k) , si algún gráfico sugiere no linealidad, se puede emplear alguna transformada disponible para lograr linealidad.

Análisis de los componentes principales:

(PCA por sus iniciales en inglés, *Principal component analysis*). Esta herramienta es útil para analizar las relaciones existentes entre las características de un producto o las relaciones entre las variables de un proceso. Un producto está definido por muchas características que están relacionadas entre sí, por lo que no es correcto optimizar una de ellas, sin conocer su relación con las otras.

PCA es una de las más valiosas aplicaciones del álgebra lineal y la estadística. Se usa abundantemente en muchas formas de análisis – de la neurociencia a las gráficas por computador – porque es un método simple (para quien tiene ciertos fundamentos matemáticos), para extraer información relevante de conjuntos de datos confusos. La fortaleza y a la vez la debilidad de PCA es que es un análisis no paramétrico. Uno solo necesita hacer algunas suposiciones (que se definen para quienes aprenden a manejar esta técnica), y así calcular la respuesta correspondiente. No hay parámetros para modificar, ni coeficientes para ajustar, basados en la experiencia del usuario. Es esto mismo a la vez su debilidad, pues quien conoce la dinámica del sistema o del proceso conoce a priori algunas características, y hace sentido intentar incorporarlas a las suposiciones, cosa que no se puede hacer en un algoritmo no paramétrico.

La técnica de PCA también ha encontrado aplicaciones en campos como el reconocimiento de rostros y la compresión de imágenes. Es

una técnica común para encontrar patrones en datos de varias dimensiones.

PCA también se puede entender como una forma de encontrar patrones en conjuntos de datos, lo cual sirve para encontrar similitudes y diferencias entre éstos. Estos patrones pueden ser difíciles de encontrar cuando el conjunto de datos es de varias dimensiones, como sucede al medir varias características a muchas muestras. La hoja de recogida de datos se convierte así en una matriz de n filas, siendo n el número de muestras, por m columnas, siendo m el número de características que se están midiendo. Una de las ventajas de esta técnica es que una vez se ha encontrado el patrón se puede reducir el número de dimensiones sin perder mucha información; por ello es que se usa esta técnica para hacer compresión de imágenes.

Optimización de los factores importantes

Técnicas como la regresión múltiple nos permiten determinar cuáles son los factores que más influyen sobre un resultado, así como conocer la ley que explica esa relación. Con esa ley se puede encontrar el valor óptimo del factor. Sin embargo, muchas veces se programa una serie de experiencias que nos permita trazar una curva de respuesta, y determinar así el valor óptimo del factor.

Cuando decimos que se programa una serie de experiencias, queremos decir que se diseñan experimentos, es decir, se prevé una serie de pruebas en las que los factores que creemos más influyentes toman valores reales, según un esquema que hemos predefinido.

El diseño de experimentos (DOE por sus siglas en inglés, *Design of experiments*) es la rama de la estadística aplicada que trata de la planeación, conducción, análisis e interpretación de pruebas controladas para evaluar factores que controlan el valor de un parámetro o grupo de parámetros.

Un experimento estratégicamente planeado y ejecutado puede proveer una gran cantidad de información sobre el efecto debido a uno o más factores. Hay enfoques como el de mover un solo factor a la vez, dejando los otros factores constantes. No obstante es ineficiente cuando se compara con cambiar varios factores simultáneamente. Muchos de los enfoques estadísticos actuales para diseñar experimentos se basan en trabajos de R.A. Fisher a comienzos de los años 20. Hace cerca de 100 años Fisher demostró cómo el tomar su tiempo para diseñar seriamente un experimento, antes de intentar realizarlo, evita encontrar problemas frecuentes en el análisis.

Son conceptos claves de DOE el bloqueo, la randomización y la replicación. El bloqueo se refiere a que es muy costoso y a veces imposible analizar cuando un factor asume valores aleatorios. El bloqueo restringe la randomización al hacer una serie de pruebas con un factor estático y los otros o el otro dinámico, como veremos más adelante en las tablas de 2 y 3 factores; luego se hace otra serie de pruebas cuando el factor estático cambia de valor. La aleatoriedad o “randomización” se refiere al orden con el cual se hacen las pruebas. Una secuencia randomizada ayuda a eliminar efectos de variables desconocidas o no controladas. La replicación se refiere a la repetición de una serie completa de experimentos, incluyendo la configuración de factores.

Un experimento bien realizado puede proveer respuestas a preguntas como:

- ¿Cuáles son los factores claves en un proceso?
- ¿A cuáles valores tendrá el proceso un rendimiento aceptable?
- ¿Cuáles configuraciones de factores producirán menos variaciones en el producto de salida?

Es importante tener un enfoque repetitivo para ganar conocimiento, el cual típicamente tiene los siguientes pasos:

1. Un diseño que limite las variables bajo valoración.
2. Un diseño factorial completo que estudia la respuesta de toda combinación de factores y niveles de factores, y aproxima los valores a una zona de optimización.

Hemos mencionado factorial completo, pues para plantear experimentos en estadística existe este método, así como el factorial fraccionado y el de cuadrados latinos. El método de factorial completo determina la existencia y cuantificación de todas las interacciones.

Determinadas las causas principales de un efecto, se diseñan pruebas que permitan establecer las mejores condiciones operativas. Un método ampliamente utilizado se conoce como 2^n , donde n es el número de factores a verificar con el experimento y 2 indica los niveles elegidos para cada factor, que puede ser su valor máximo y valor mínimo. Estos máximo y mínimo pueden coincidir con los límites de variación estándar del parámetro. En pruebas más extensas, se emplean más de dos valores de cada parámetro. Recuérdese que el efecto combinado de varias causas es distinto a la suma de los efectos de cada causa por separado.

Para facilitar el planteamiento de experimentos se preparan matrices en cuyas casillas se sitúan los valores de los factores comprobados. Mostramos los esquemas para dos factores A y B con dos niveles para cada factor, y tres niveles A, B y C con dos niveles para cada factor.

Veamos un ejemplo de cómo se diligencia la hoja de datos. Se efectúan cuatro pruebas de frenado a 100 km/h, y se registra el espacio de frenada según las siguientes condiciones o factores: sea A la condición del pavimento con dos valores posibles, seco y mojado; sea B el estado de los neumáticos con dos condiciones posibles, nuevos y usados. Vamos a fijar como condición de referencia el estado de pavimento seco con llantas nuevas.

| | | |
|-----|-----|-----|
| | A - | A + |
| B - | | |
| B + | | |

| | | |
|-----|-----|-----|
| | A - | A + |
| C - | B - | |
| | B + | |
| C + | B - | |
| | B + | |

Figura 2. Factores clave en un proceso
Fuente: Propia.

| Prueba | Pavimento | Neumáticos | Distancia de frenado |
|--------|-----------|------------|-----------------------------|
| 1 | Seco | Nuevos | 50 metros |
| 2 | Seco | Usados | 70 metros (+20 metros) |
| 3 | Mojado | Nuevos | 70 metros (+20 metros) |
| 4 | Mojado | Usados | 200 metros (+150 metros) |

Tabla 2. Ejemplo de una hoja de datos diligenciada
Fuente: Propia.

Es importante notar cómo interactúan las causas. Cuando pasamos de llantas nuevas y piso seco, a llantas usadas y piso mojado, no pasamos de 50 metros de frenado a 90 metros de frenado ($50 + 20$); sino a 200 metros de frenado, es decir, la distancia de frenado se incrementó en 150 metros.



Mejoramiento continuo ciclo *Deming*



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Al finalizar el estudio de la presente semana el alumno estará en capacidad de desarrollar y manejar con propiedad la metodología del control de calidad y de identificar los pasos a seguir en el ciclo *Deming* o PHVA para el mejoramiento de procesos. El ciclo *Deming* o PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) es un método de amplia aplicación en Gerencia de proyectos, solución de problemas, planeación estratégica, etc. Los círculos de calidad, tienen como principal aporte la valoración e integración del personal operativo para lograr los resultados de la compañía; pero su principal problema de implementación es el cambio de mentalidad que requiere en nuestra sociedad; pues fue desarrollado por la cultura japonesa, y parte de unos supuestos que son de más difícil realización en América o Europa.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

1. Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
2. Escribir al tutor sobre dudas que surjan durante el proceso académico.
3. Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La web no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en la red, pues así como se consigue información importante también existen sitios o portales cuya información es imprecisa.

Desarrollo temático

Mejoramiento continuo ciclo *Deming*

El ciclo *Deming* es uno de los más importantes procedimientos para mejorar la calidad de productos y procesos tanto productivos como administrativos. Forma parte de un esquema de mejora gradual conocido como mejora continua, concepto base de la Administración por calidad total (TQM por su sigla en inglés).

Sus orígenes se pueden ubicar en las teorías de Shewhart, quien estableció que la mejora continua se orientaba hacia la reducción constante de la variabilidad de los procesos; ya que se veía en este factor la principal causa de problemas relacionados con la calidad. Esta era una época en la cual la estandarización daba inicio al despegue de la industria. Tal idea fue reforzada por William Edwards Deming, uno de los más grandes consultores de industrias y gobiernos, pensador y difusor de la filosofía de TQM. Ellos aplicaron un enfoque estadístico para el control de la calidad; pero con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, se vio que no era suficiente con mejorar sólo los procesos productivos.

Por los años 50, Deming, forma a muchos Ingenieros Japoneses en control estadístico y otros temas de calidad. Así que gracias a este impulso en Japón se crean corrientes como el *Kaizen*,

que es un conjunto de conceptos y técnicas mediante las cuales se busca la mejora continua en todos los procesos productivos y de soporte de la operación. Es decir, tenemos acá otro enfoque de mejora continua, como lo es el PHVA, que es el otro nombre que recibe el ciclo *Deming* en español.

La mejora continua se logra con acciones diarias, así sean pequeñas, que permitan a procesos y empresas ser más competitivos en la satisfacción del cliente. Por ello es que la mejora continua debe ser una idea interiorizada por todos los miembros de la organización y para que realmente tenga efecto debe convertirse en su filosofía de trabajo. Las personas deben estar convencidas de los beneficios que en lo individual les traerá adoptar el enfoque de la mejora continua; y es responsabilidad de la organización motivar este enfoque.

La mejora gradual o continua no siempre es el enfoque deseable. Puede darse el caso de un procedimiento obsoleto, ante el cual la mejora continua demandaría muchos recursos y esfuerzo; cuando el ritmo del mercado lo que puede requerir es un cambio radical o lo que en los años 90 se bautizó como reingeniería. Así que si bien es una gran herramienta, no aplica en todas las situaciones.

Como se mencionó anteriormente, Deming propone una metodología conocida como PHVA por sus iniciales en español de Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Este ciclo repetitivo es una metodología tan consistente y universal que sirve de base a disciplinas como la Gerencia de proyectos; más que una metodología es un paradigma de comprobada vigencia en las ciencias administrativas, la solución de problemas, etc.

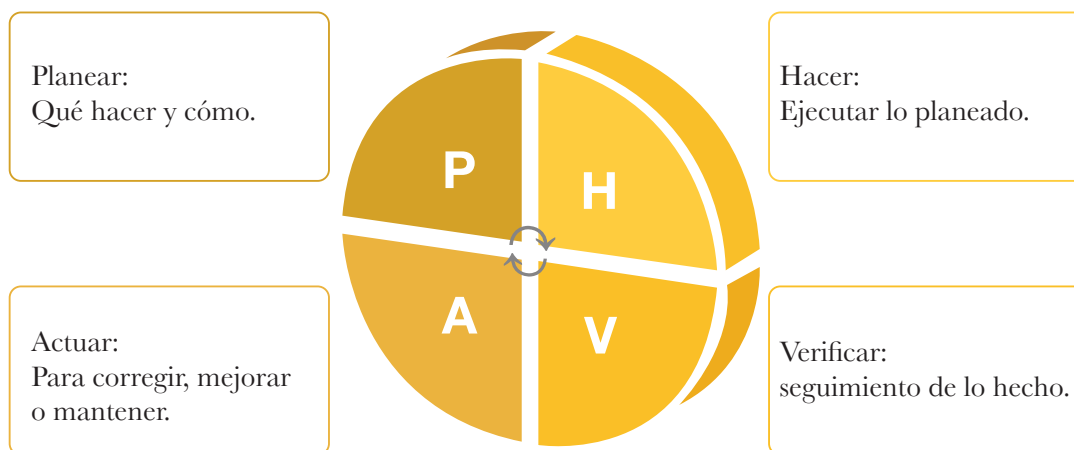


Figura 1. Ciclo PHVA
Fuente: Propia.

El ciclo PHVA es conocido en inglés como ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Es una serie sistemática de pasos donde se gana valioso aprendizaje y conocimiento para la mejora continua de un proceso o un producto. También conocido como ciclo *Deming*, el concepto y aplicación fue primero presentado al Dr. Deming por su mentor, Walter Shewhart, de los Laboratorios Bell en Nueva York.

El ciclo inicia con el paso de Planear (*Plan*). Esto involucra identificar una meta o propósito, formular una teoría, definir métricas de éxito y poner un plan en acción. Estas actividades son seguidas por el paso Hacer (*Do*), en donde se implementan los componentes del plan, tales como hacer un producto. Luego viene el paso de Verificar (*Check*), donde las salidas son monitoreadas para probar la validez del plan, buscando señales de progreso y éxito o problemas y áreas a mejorar. El paso de Actuar (*Act*) cierra el ciclo, integrando el aprendizaje generado durante todo el proceso, el cual puede ser empleado para ajustar la meta, cambiar los métodos o aún reformular la teoría en su totalidad. Estos cuatro pasos son repetidos una y otra vez como parte de un ciclo de mejora continua que nunca termina.

Ya que es tan amplio el campo de aplicación del ciclo *Deming* o PHVA, veremos cómo aplica este enfoque en dos campos a manera de ejemplo: un tema administrativo de gran importancia, la Planeación estratégica; y la solución de problemas.

PHVA y planeación estratégica

La estrategia es la forma como una persona u organización alcanza su visión (dónde se ve en el futuro); usualmente por medio de planes que evolucionan a través de revisiones periódicas. Estrategia es cómo las organizaciones enfocan sus productos y servicios para diferenciarse a los ojos del consumidor. La estrategia define lo que está, e igualmente importante, lo que no está ofreciendo a sus clientes.

La planeación estratégica es un proceso continuo que logra las metas de una organización a largo plazo. En las organizaciones eficientes la estrategia está alineada con sus valores, para que la forma como se realizan negocios sea consistente. Deming cuya marcada influencia se siente en los principios de la calidad, abogó por un ciclo de mejora continua (PHVA), que puede ser aplicado a la planeación estratégica de la siguiente manera:

Un sistema es una red de procesos o componentes interdependientes, que trabajan juntos para lograr un propósito particular; sin propósito, no hay sistema. Por ello las organizaciones deben tener un propósito declarado (Misión), o razón que sea clara para todos y decir algo sobre el futuro (Visión). La efectividad en las comunicaciones entre procesos es tan importante como el rendimiento de los procesos individuales. La competencia entre los componentes de un sistema puede llevar a una falla en el logro de los propósitos. Se requiere cooperación en lugar de competencia entre las partes del sistema. La información debe ser abierta y transparente.

Deming visualiza las organizaciones como un todo sistémico; por lo que el mejor enfoque es integrar coherentemente aspectos de una organización que usualmente fuesen tratados de manera aislada. Deming aseguraba que el 97% de los problemas, vienen del mismo sistema. Él afirmaba que la administración es responsable por la organización del sistema y la mejora continua de éste, lo cual es el propósito de la planeación estratégica. Es la base para proveer calidad al cliente.

Según este autor “No hay sustituto para el conocimiento”. El ciclo *Deming* o PHVA es conocido por muchos empleados y administradores como herramienta de realimentación y aprendizaje que puede desarrollar conocimiento sobre la organización. Es indispensable en la mejora continua y para la organización, es aplicable a individuos, organizaciones y la sociedad. También provee de un patrón o plantilla para procesos estratégicos.

Como un ciclo de aprendizaje y mejora que nunca termina, puede ser empleado para modelar los procesos estratégicos, como mostraremos a continuación. Con cada una de estas cuatro etapas, futuros ciclos aseguran que cada parte del proceso trabaje efectivamente.

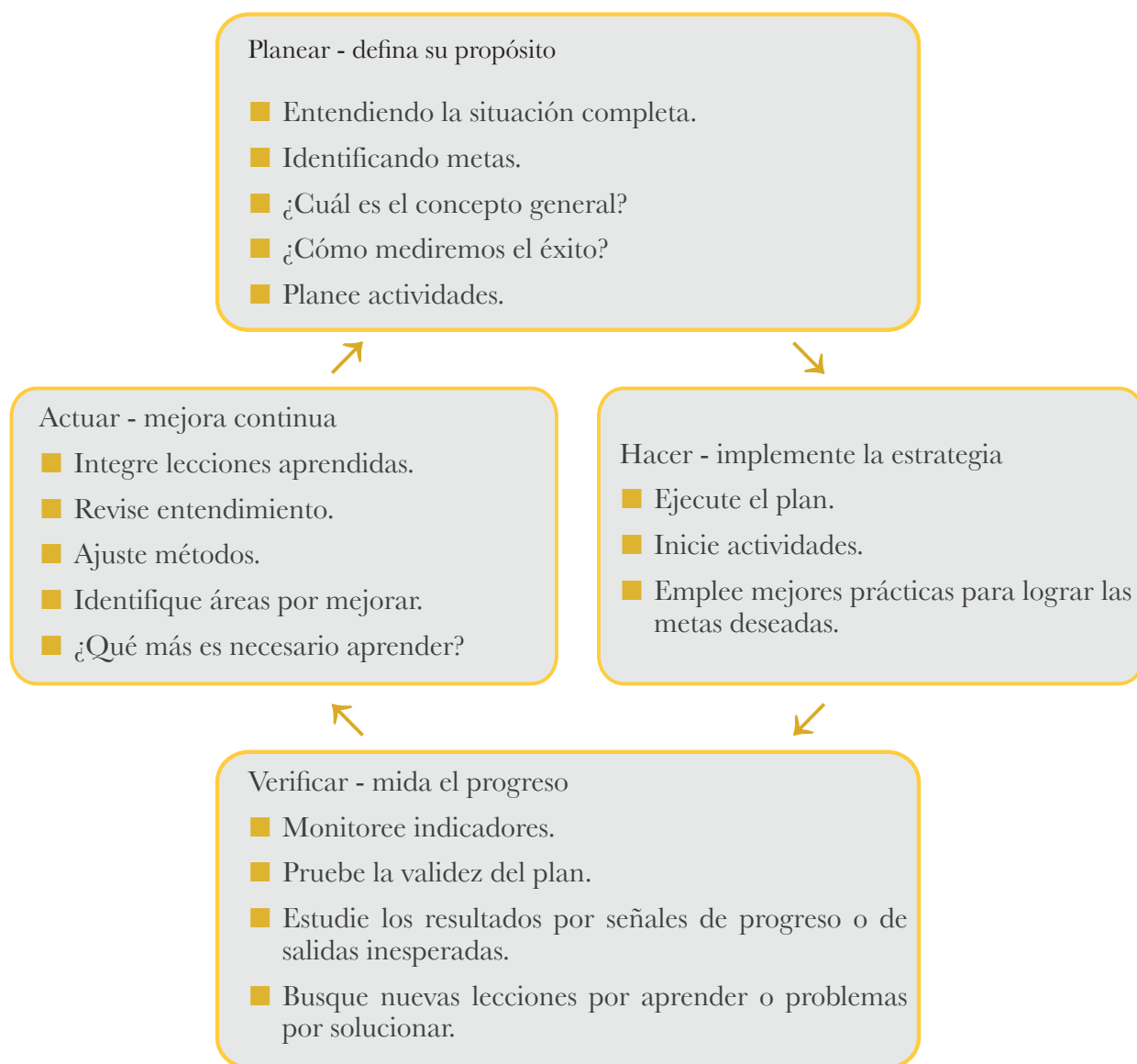


Figura 2. PHVA y Planeación estratégica
Fuente: Propia.

Planear – defina su propósito: hay una serie de etapas para definir su propósito, éstas incluyen:

- Explore el medio. La necesidad de un cambio debe ser valorada. Una estrategia exitosa se basa en un profundo conocimiento. Se requiere evaluar todo el ambiente del negocio vigilando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales. Las tendencias competitivas se pueden entender a través de comparaciones de la industria (*benchmarking*), analice el comportamiento de la industria. Luego podrá proyectar tendencias de información para desarrollar escenarios alternativos futuros.

- **Visión y Misión:** la administración se enfoca en satisfacer o exceder las expectativas del cliente, establece lo que hace la empresa y dónde se ve ésta en el futuro. La utilidad no es el único propósito, pero sí debe ser un resultado. Establecido esto, el foco se mueve a hacer cambios competitivos requeridos para ganar o mantener posición en el mercado. Se busca consenso sobre los indicadores que se proyecten.
- **Definir objetivos estratégicos:** éstos son los resultados necesarios para lograr la misión de la organización. Tratan del futuro a largo plazo, expresan algo fundamental en términos de logros, beneficios y resultados, qué se espera obtener y tienen impacto en el desarrollo de la organización. No son objetivos estratégicos los ajustes menores en las operaciones.
- **Defina indicadores:** acá se cuantifican los resultados que se esperan para la adecuada implementación de la estrategia.
- **Comunique los objetivos:** las organizaciones sostenibles comunican a todos los involucrados (Accionistas, empleados, clientes, proveedores) la información pertinente con el fin de lograr consenso alrededor de la visión.

Hacer – implemente la estrategia: la estrategia de largo plazo debe ser expresada luego en estrategias de mediano y corto plazo. La estrategia se despliega, y se descompone en diferentes niveles hasta convertirse en instrucciones operativas en el puesto de trabajo. En la medida que la estrategia se descompone hacia el puesto de trabajo, se incrementa la definición de planes y actividades que describen un trabajo bien hecho. Esto crea y mantiene empatía y compromiso entre líderes, administradores, empleados y clientes. El trabajo diario de una empresa es agregar valor a sus clientes.

La calidad está determinada por la responsabilidad de la administración en el sistema. Una

pobre calidad viene de fallas administrativas por esta responsabilidad y no de una pobre mano de obra o de la pereza de un operario.

Verificar – mida el progreso: midiendo y monitoreando es la forma que usan las organizaciones para observar su comportamiento frente a sus propósitos y planes estratégicos. Los indicadores muestran qué tanto el cambio se ha logrado y el conocimiento se ha construido para la siguiente iteración del ciclo o del proceso estratégico.

Los indicadores se escogen para observar si el sistema está logrando sus metas enfocadas en el cliente. Para medir, se deben coleccionar datos con cuidado y de manera planeada. Esta es una de las áreas donde Deming especificó un método que veremos en la sección “El Control Estadístico del Proceso” (CEP), el cual nos ayuda a identificar señales de eventos excepcionales que requieren nuestra acción, y nos permite evaluar si los cambios hechos conducen a mejoras. Muchos eventos de una empresa son difíciles de cuantificar. Por ejemplo los beneficios de una capacitación; pero eso no significa que no puedan ser administrados y mejorados.

Actuar – mejora continua: los clientes, la competencia y la sociedad imponen presión constante por el cambio. La estrategia crea un ambiente donde la empresa toma un enfoque planeado para mejorar, innovar y aprender. Una cultura de aprendizaje facilita el cambio, fomenta la generación de nuevas ideas y apoya el trabajo en equipo. El aprendizaje se comparte entre procesos, proyectos y unidades de la compañía, incrementando la base de conocimiento.

La mejora y el aprendizaje conducen a mejores productos y a servicios más receptivos, adaptables y efectivos. Hacer el PHVA parte

de la estrategia y de la cultura, habilita las organizaciones a actualizar e incrementar su conocimiento, para ser verdaderamente sostenibles.

PHVA y la solución de problemas

| Etapa | Acción | Herramienta posible |
|-----------|------------------------------------|---|
| Planear | Analiza problema y su magnitud. | Pareto, hoja de verificación, histograma, carta de control. |
| | Busca toda causa posible. | Observar el problema. Lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa. |
| | Investiga la causa más importante. | Pareto, estratificación, diagrama de dispersión, diagrama de Ishikawa. |
| | Considera soluciones. | ¿Por qué? (necesidad). ¿Qué? (objetivo). ¿Dónde? (lugar). ¿Cuánto? (tiempo y costo). ¿Cómo? (Plan). |
| Hacer | Pone en práctica las soluciones. | Seguir plan elaborado en la anterior etapa e involucrar a los afectados. |
| Verificar | Revisa resultados. | Histograma, Pareto, Carta de control, Hoja de verificación. |
| Actuar | Previene recurrencia del problema. | Estandarización, inspección, supervisión, hoja de verificación, carta de control. |
| | Concluye. | Revisar y documentar procedimiento seguido. |

Tabla 1. PHVA y la solución de problemas

Fuente: Propia.

La metodología esquematizada en este cuadro se puede emplear para solucionar un problema que no sólo impacta de manera notoria la organización, sino que también es recurrente. Con esta propuesta lo que se pretende es ser menos reactivos; y que planeación, análisis y reflexión se conviertan en un hábito. Veamos con más detalle el cuadro propuesto.

Planeación: se analiza la mejor manera de resolver el problema.

- Comenzamos por definir el problema para entender en qué consiste; cómo y dónde se manifiesta; cómo afecta al cliente, a la calidad y a la productividad; qué tan frecuente es, y sus costos. Las herramientas a emplear para levantar esta información pueden ser las quejas del cliente, el Pareto, el histograma, etc. El producto final de este paso es una definición formal del problema, del objetivo que se busca lograr y estimativo de beneficios al solucionar el problema.
- Luego, los miembros del equipo se preguntan de forma iterativa el porqué del problema; bus-

cando diferenciar las causas de los síntomas. En el entorno del problema se describe: Horario, turno, departamento, máquinas. Qué parte del proceso o producto presenta problemas. Si se ha presentado varias veces, debemos buscar la causa por la cual por ejemplo salieron mal varios lotes, y no un lote en particular. Con el fin de no descartar de antemano una posible causa podemos recurrir a la lluvia de ideas.

- De las posibles causas anotadas arriba, se investiga cuál es más factible. Una técnica para ello es representar la información levantada en un diagrama de Ishikawa, y por consenso seleccionar la que se crea más importante. Hay otras herramientas posibles como Pareto, o diagrama de dispersión. También se debe tener presente cómo se relacionan las posibles causas, y no perder de vista el problema general.
- Las medidas que se escojan para solucionar el problema no deben ser escogidas para eliminar el problema de manera inmediata y temporal, sino para eliminar las causas que lo originan; por lo que la solución debe involucrar la siguiente información: necesidad, objetivo, dónde se implementará, tiempo a emplear, costo, quien ejecuta, plan de ejecución. Sin embargo, hay que estar atentos a efectos colaterales de la solución a implementar.

Hacer: se pone en práctica la solución acordada en la fase anterior. Se sigue juiciosamente el plan elaborado en la fase de Planeación. Es importante comunicar a los involucrados los objetivos, la importancia de lo que se va a hacer, y la parte de ejecución que les corresponde. Si es posible, la solución se debe implementar a manera de prueba, a una pequeña escala.

Verificar: es el momento de revisar qué resultados se obtienen del plan implementado, así como dejar funcionar la solución durante un tiempo suficiente, para ver el efecto real de los cambios implementados. Esta etapa es buen

escenario para emplear técnicas estadísticas que permitan comparar la situación antes y después de la solución.

Actuar:

- Si el resultado es satisfactorio, sigue prevenir la recurrencia del problema. Para ello la solución se debe estandarizar a nivel proceso, procedimientos y documentación relevante, con el fin de que lo aprendido se refleje en el proceso y las responsabilidades. El entrenamiento a los responsables se debe dar. Así como modificar los esquemas de prevención y monitoreo. Para ello nos podemos apoyar en las listas de chequeo, inspecciones periódicas, etc. En caso que la solución no haya sido satisfactoria se debe repasar lo hecho, reflexionar, obtener conclusiones, y empezar de nuevo la fase de planeación; pero para ello hay que estar seguros que la solución se implementó tal cual se diseñó. Estar seguros que el problema actual fue de planeación, y no de ejecución de lo planeado.
- Si la solución es exitosa, es importante resumir la información y presentarla a directivos y otras áreas; más que para buscar un reconocimiento es para que se incremente la base del conocimiento al interior de la organización.

Quizá esta forma de solucionar problemas se vea dispendiosa, pero no lo es por las siguientes razones:

- Aplica para problemas complejos y de gran impacto en la organización.
- Nos enseña a no ser reactivos, sino a abordar con método las situaciones.
- Nos enseña a no ser informales, sino a documentar lo logrado y a capacitar sobre ello para evitar que vuelva a presentarse. Como dice la frase popular “Quien no conoce la historia, está condenado a repetirla”.

Círculos de calidad

El círculo de calidad es un pequeño grupo que

desarrolla voluntariamente actividades de control de calidad en una unidad organizativa. Busca lograr la participación del personal operativo en las actividades de mejora de calidad.

La idea de círculos de calidad fue primero empleada por un gran número de empresas japonesas en un intento sistemático por intentar involucrar a todos sus empleados en la búsqueda de la calidad.

Un círculo de calidad es un pequeño grupo de entre 3 a 12 personas que hacen la misma labor o similar; se reúnen voluntariamente cerca de una hora a la semana (en tiempo pago), usualmente bajo el liderazgo de su propio supervisor; y entrenados para identificar, analizar y solucionar algunos de los problemas de su trabajo, presentan soluciones a la administración, y donde sea posible, ellos mismos implementan la solución.

Hay dos tareas principales asignadas a los círculos de calidad: la identificación de problemas, y la sugerencia de soluciones. Otro propósito es mejorar la moral del grupo gracias a la asistencia a las reuniones y a la oportunidad formal de discutir asuntos relacionados con el trabajo.

Las reuniones se hacen de forma organizada, se nombra un moderador de forma rotativa y se prepara una agenda; también se controla el tiempo. De esta manera se busca hacer seguimientos a las propuestas y su implementación. El éxito de los círculos de calidad depende en manera crucial del soporte que logran por parte de la alta dirección, y de la cantidad de entrenamiento que los participantes reciben sobre la manera de aprovechar los círculos.

La idea de los círculos de calidad se atribuye en gran medida a Kaoru Ishikawa, profesor de la Universidad de Tokyo, quien la desarrolló en los años 60. En los años 80 tuvo una gran

acogida en occidente, época en que las técnicas de administración japonesa eran tratadas con gran respeto.

Joseph Juran consideraba que los círculos de calidad eran prácticamente inútiles si la administración de la compañía no estaba entrenada en los principios más generales de la calidad total. Otros con mucho de razón, criticaban la manera como se había transferido la idea de una cultura a otra sin un intento de acomodarla a las tradiciones locales. Esto último porque las sociedades occidentales (Europa y América) tienden a ser más individualistas que la sociedad japonesa, cuya fuerza de trabajo tiende a ser más participativa en equipo. En las sociedades occidentales los círculos de calidad tendieron a convertirse en una cacería por culpar a personas por los problemas que se identificaban, olvidando que la intención original es una búsqueda colectiva por solucionar los problemas.

Un estudio de 1988 encontró que el 80% de una muestra de grandes compañías occidentales que habían introducido los círculos de calidad a inicios de los 80, los habían abandonado antes de finalizar la década. En su libro “Calidad: Una introducción crítica”, John Beckford cita el ejemplo de un minorista en occidente que cometió casi todos los errores que se mencionan en ese libro, como:

- Entrenar sólo a los administradores para trabajar los círculos de calidad, y no al personal que atendía en los locales del minorista, quienes debían participar de tales círculos.
- Implementar círculos donde los administradores se nombraban a sí mismos como monitores de las reuniones y encargaban a sus secretarías de las minutas de la reunión. Esto mantenía la jerarquía existente que estaba supuesta a romper el círculo.
- Esperar que el personal asistiera a esas reu-

niones en horas por fuera del horario laboral y sin paga.

- Ignorar los problemas reales que traía el personal que atendía en los puntos de venta (Como por ejemplo los horarios de atención de esos puntos de venta), y enfocarse en cosas triviales, como sí había suficientes ceniceros en las áreas de recepción.

Si se lograsen superar los problemas que mencionamos arriba, podríamos aprovechar el gran potencial que esta técnica tiene para una mejor operación de la empresa; para lograrlo, veamos algunos de los factores que pueden ayudar:

- Necesidad de un nuevo papel para el personal operativo.
- Necesidad del personal operativo de ser tratado como persona.
- Círculos de calidad y el jefe intermedio.
- Los círculos y el cuidado de los detalles.

Necesidad de un nuevo papel para el personal operativo

Estructura empresarial sin círculos de calidad

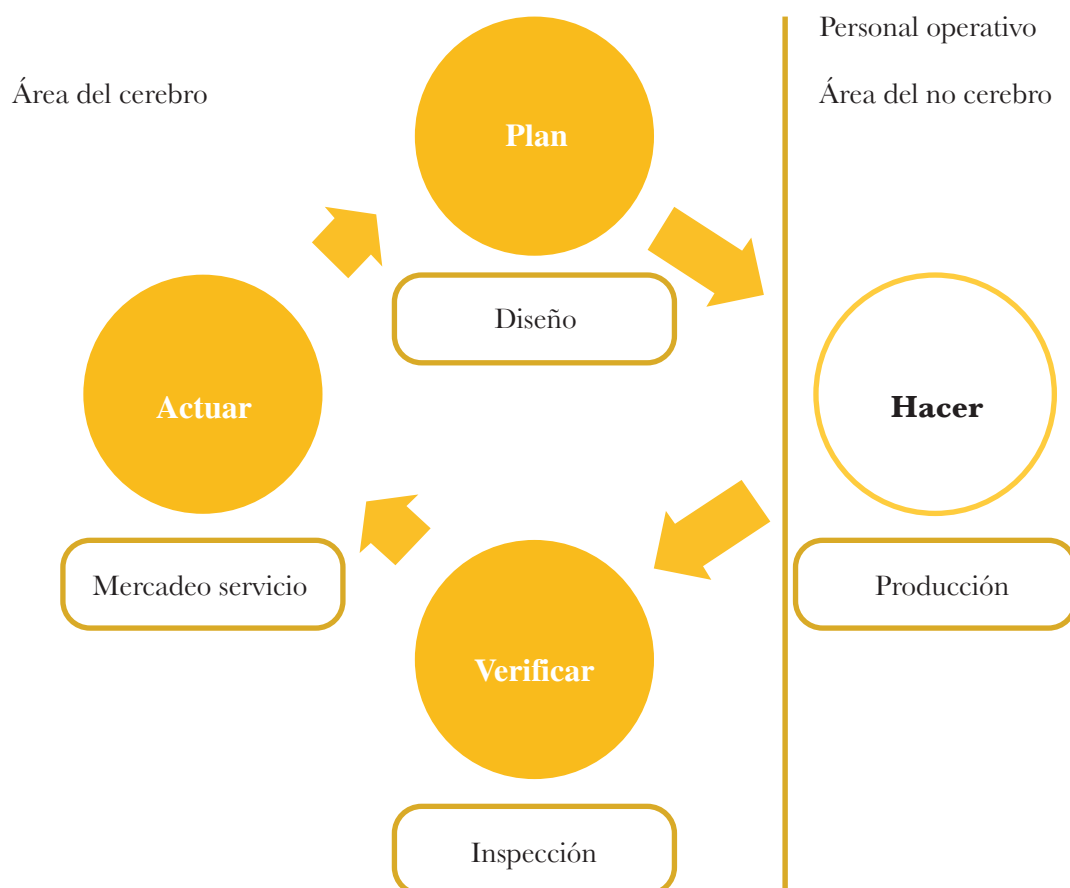


Figura 3. Estructura empresarial sin círculos de calidad
Fuente: Propia.

Estructura empresarial con círculos de calidad

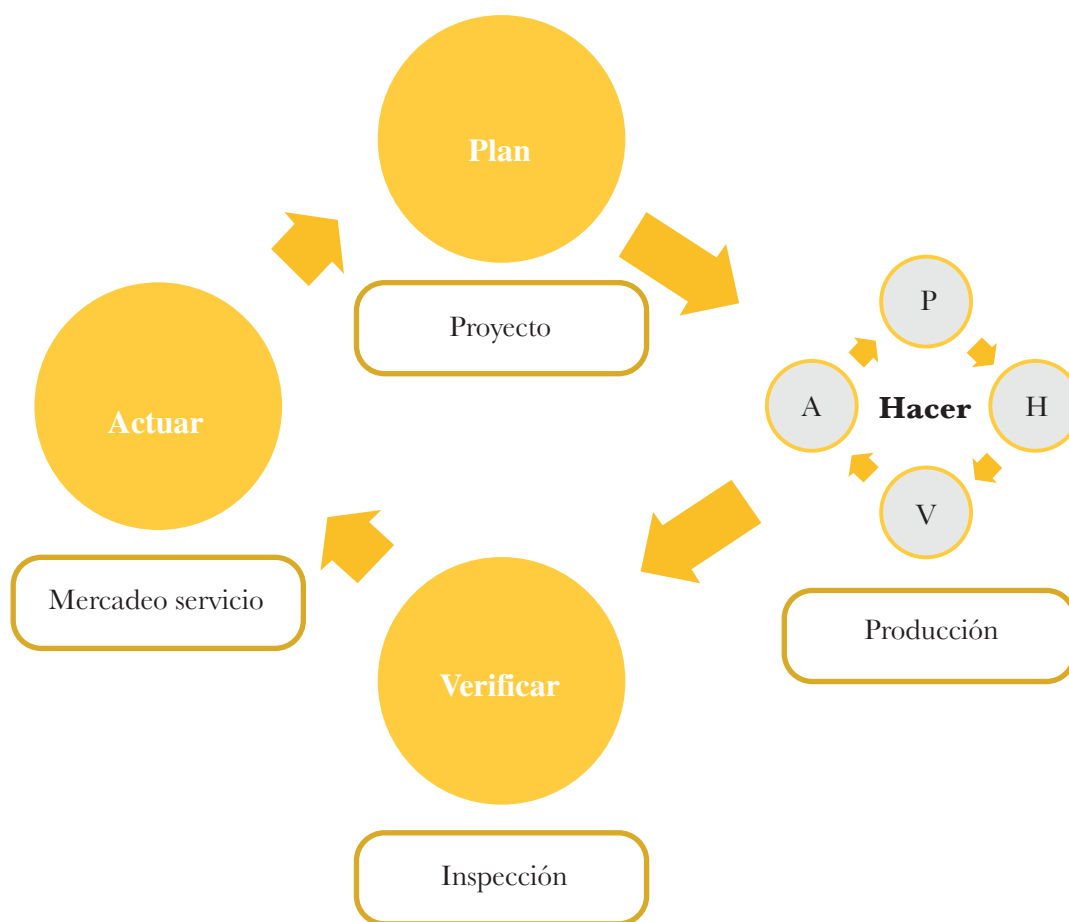


Figura 4. Estructura empresarial con círculos de calidad
Fuente: Propia.

Hemos empleado el ciclo *Deming* o PHVA para ilustrar la forma de operar de una empresa tradicional y la de una que emplea círculos de calidad. En el primer caso, el papel que la administración da al personal operativo es muy limitado y se ilustra en la gráfica de la página anterior. Se resume en la frase “los dirigentes piensan y los obreros trabajan”. Sin embargo, las innovaciones tecnológicas, la velocidad con que cambian las condiciones y la competencia hacen que sea necesario un cambio en esa mentalidad. En el pasado, la administración por sí sola se enfrentaba a los desafíos, pero en el enfoque de círculos de calidad el personal operativo soporta también parte del peso que surge de los desafíos competitivos que la empresa debe afrontar. Además, se le da la oportunidad al personal operativo de contribuir activamente a los objetivos de mejora de la empresa.

La participación del personal es voluntaria, pero la administración debe promover la idea de usar lo mejor posible todos los recursos disponibles.

Necesidad del personal operativo de ser tratado como persona

Como vemos en la gráfica del ciclo *Deming* o PHVA que muestra la forma de operar tradicional de una empresa, al personal operativo se le suele tratar como personal que no piensa. El círculo de calidad dignifica la calidad de ser humano del personal operativo al permitirle realizar labores de planeación, inspección y ajuste, además de su natural labor de hacer. Esto se da particularmente porque el personal operativo de hoy día, comparado con el de hace un siglo, tiene un mayor nivel cultural y una vida social más rica. Se hace la comparación con el personal operativo de hace un siglo, porque entonces estaba de moda una visión distorsionada de las teorías de administración de Frederick Taylor, y al personal operativo desde entonces se le trata como personal que no piensa, sólo hace.

Es importante recordar acá que darle esa libertad al personal operativo, debe hacerse de manera responsable. Vale decir, se les debe capacitar para que sepan e interioricen cómo operar bajo este esquema. Lo que el operario debe aprender es el tratar las situaciones con la filosofía del mismo ciclo *Deming* o PHVA que se les puede resumir a ellos en los siguientes siete instrumentos, que al personal operativo de las empresas japonesas se les enseñó como la historia del control de calidad:

1. Individualización del problema (problema).
2. Reconocimiento de las características del problema (observación).
3. Búsqueda de las causas principales (análisis).
4. Acciones para eliminar las causas (acción).
5. Confirmación de la eficacia de la acción (verificación).

6. Eliminación permanente de las causas (estandarización).
7. Examen de las actividades y planificación del trabajo futuro (conclusiones).

Es por ello que en la visualización PHVA o de ciclo *Deming* de la empresa que opera con círculos de calidad, se observa en que área de producción opera bajo un esquema de ciclo *Deming* también.

Círculos de calidad y el jefe intermedio

Por jefe intermedio se entiende la persona que supervisa al personal operativo. Este funcionario es un eslabón entre el área operativa y el área de administración, cuyas funciones son:

- Colaborar con sus superiores en labores administrativas y de toma de decisiones, y colaborar al equipo técnico en actividades de mejora.
- Ayudar a sus colaboradores en el control de los procesos que se les confía, y en la búsqueda de mejoras.

El círculo de calidad también contribuye a una mejor valoración del jefe intermedio. En este esquema, la competencia del jefe intermedio mejora, y está cada vez más calificado para ayudar a sus superiores en responsabilidades de gestión.

Los círculos y el cuidado de los detalles

Un par de obras publicadas en los 80 (En busca de la excelencia de Peters y Waterman, y Pasión por la excelencia de Peters), tratan los factores que llevan a las empresas a ser exitosas. Como obtener la excelencia, y por ello superar a los competidores se resume en:

- La dirección debe dar a la empresa el senti-

do de liderazgo. Para ello se deben ofrecer unos valores y una visión, así como mostrar integridad. Con valores y visión, el personal da lo mejor de sí.

- La excelencia se persigue mediante el cuidado extremo de los detalles. Debe partir de la alta dirección y caracterizar el trabajo de todo el personal, incluido el operativo.

Los círculos de calidad contribuyen a esa filosofía de cuidado por los detalles.

Diagrama de flujo de un círculo de control de calidad

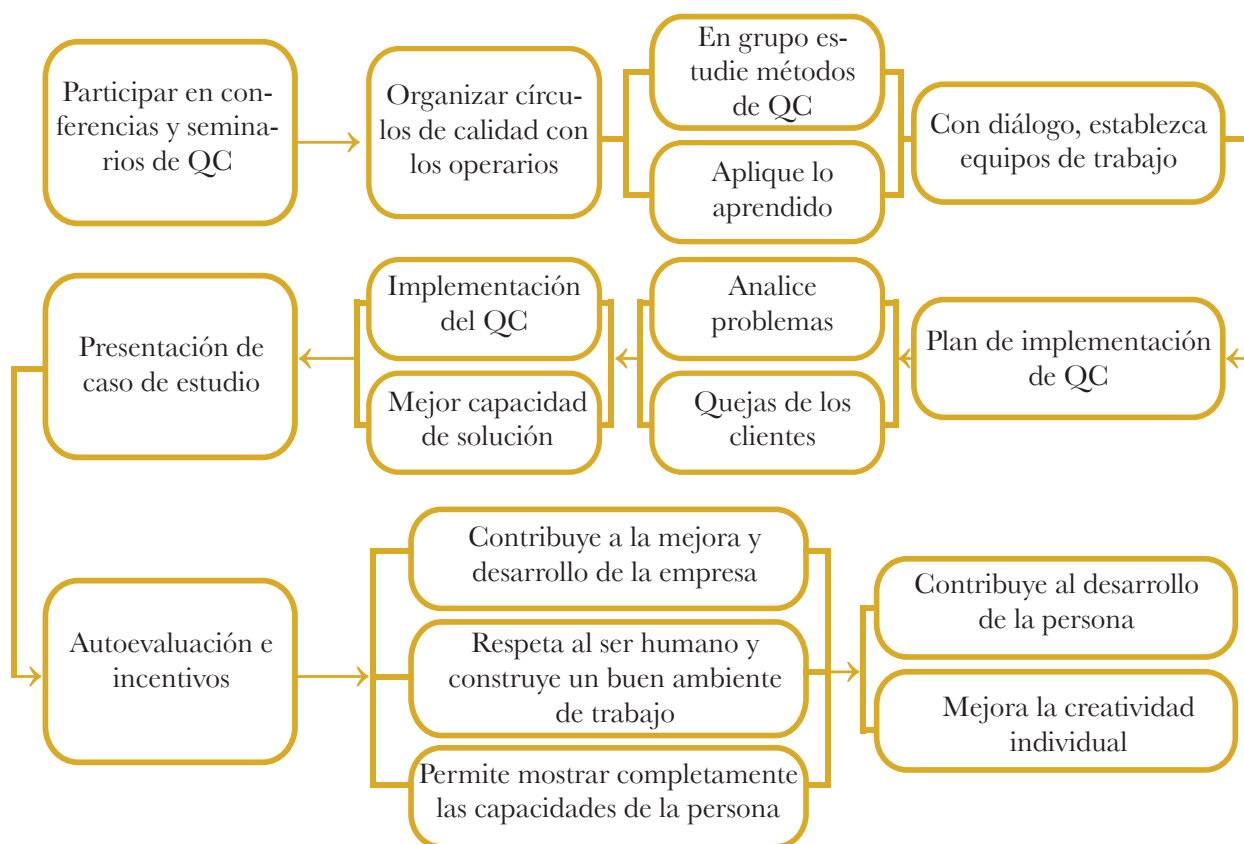



Figura 5. Diagrama de flujo de un círculo de calidad
Fuente: Propia.

Hay textos en los que se les llama a los círculos de calidad, círculos de control de calidad (círculos QC), no hay diferencia en el concepto. El círculo QC desarrolla las capacidades de sus miembros al máximo y hace del sitio de trabajo un lugar placentero para que sus miembros contribuyan a las metas de la compañía, asegurando la satisfacción del cliente. El círculo QC les da oportunidad a sus miembros de desarrollar su pensamiento creativo, ya que ellos buscan mejores formas de hacer su labor.



En este entorno el trabajador entiende mejor su trabajo, y ve su importancia para la compañía. Mejora sus habilidades analíticas y aprende no sólo sobre su trabajo sino sobre la compañía: su visión, misión y metas, sus asociados, proveedores, y los requerimientos de sus clientes.

Finalizaremos con la definición de círculo QC de JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros): “Pequeño grupo de operarios que continuamente controlan y mejoran la calidad de su trabajo, productos y servicios; ellos operan autónomamente y emplean conceptos, herramientas y técnicas de control de calidad”.

3 UNIDAD

Costos de calidad



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Proyecto Educativo Res. 22715 de 2018 (Educación No. 14-03)

Introducción

Al finalizar la presente semana de estudio, el alumno estará en capacidad de clasificar de acuerdo a las categorías los diversos tipos de costos de calidad y relacionar los aspectos organizativos de los programas de aseguramiento de calidad. Revisaremos los tipos de costos de calidad y formas de hallar cuál es su valor óptimo; pues invertir poco en calidad resultará en alto porcentaje de productos defectuosos, pero invertir demasiado en inspecciones por ejemplo, puede no ser necesario. Siguiendo con el ejemplo de las inspecciones, quizá un menor número de inspecciones, sigue garantizando el nivel de calidad requerido. Cerraremos la unidad temática tratando el tema de aseguramiento de calidad y su diferencia con el control de calidad.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- a.** Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
- b.** Escribir al tutor siempre que surjan dudas.
- c.** Emplear buscadores como Google para hallar en la web material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La red no está del todo depurada, y puede ser que se dé con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en internet, pues así como hay portales con noticias falsas, también los hay con información errónea.

Desarrollo temático

Costos de calidad

Un producto o servicio es idóneo o apto para el uso cuando sirve con éxito a los fines de su usuario. Esta idoneidad se determina por aquellas características que el usuario reconoce como beneficiosas para sí. Ejemplo: sabor del pan, nitidez en la recepción de la señal de radio, el horario exacto del servicio de transporte, la duración de los zapatos, etc.

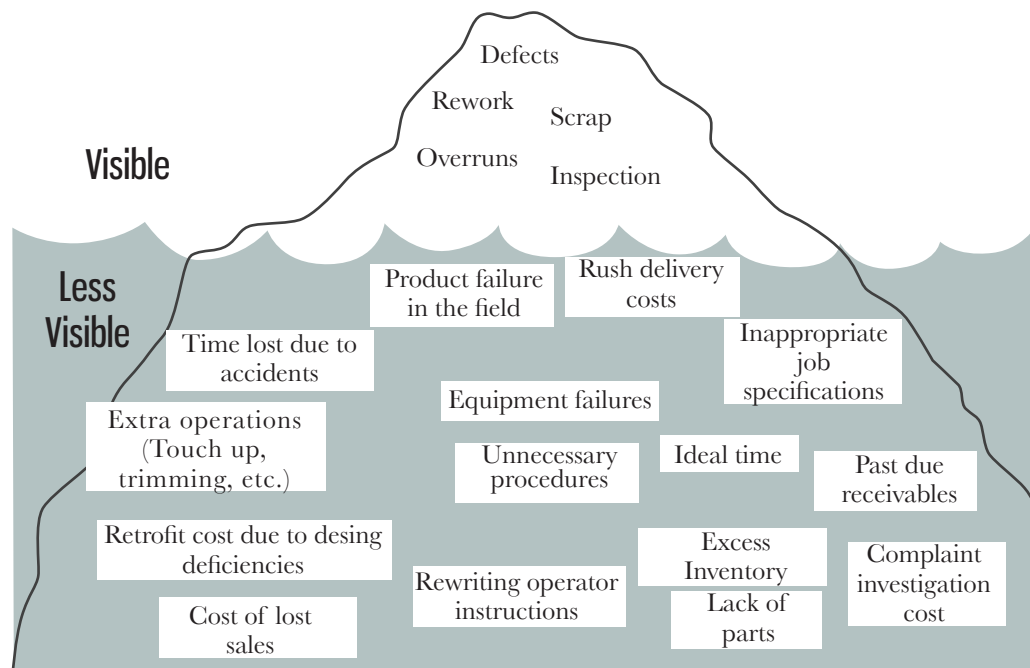


Imagen 1. El iceberg de la calidad.

Fuente <http://taproot.com>

La idoneidad es la resultante de los siguientes parámetros:

- **Calidad del diseño:** se puede entender como el grado de excelencia del producto o servicio. Está compuesto por la calidad de investigación de mercado; la calidad de concepto (elección del producto o servicio que responda a las necesidades del usuario), y la calidad de especificación o grado de conversión de lo esperado por el usuario en especificaciones técnicas.
- **Calidad de conformidad:** es la calidad de fabricación o producción y corresponde al grado con que el producto se relaciona con el diseño.
- **Disponibilidad:** este concepto aplica para los productos de larga duración, y está compuesto por tres tópicos como lo es la fiabilidad o probabilidad de que el producto no falle en cierto periodo de tiempo; la facilidad de realizarle mantenimiento al producto, que incluye el componente logístico e implica la disponibilidad de repuestos; el servicio post-venta o necesidades de servicio después de la venta.

En un principio los costos de calidad se circunscribían a los costos de inspección; ahora, los costos de calidad se refieren a los costos de las actividades necesarias para lograr la idoneidad.

En la práctica debemos comenzar por identificar cuáles costos queremos considerar comprendidos en este término. Ejemplo: los costos que desaparecerían si no hubiese defectos. Una amplia variedad de industrias han discutido sobre lo que se debe incluir en los costos de calidad, y resultado de ello se ha determinado un conjunto de tipos de costo como el que sigue:

- **Costo por fallos internos:** son los costos que desaparecerían si no existiesen defectos en el producto antes de ser despachado al cliente. Incluyen:
 - Desechos, pérdida en mano de obra y materiales resultante de defectos que no pueden ser utilizados (con relación a esto adelante veremos costos de calidad evitables e inevitables).
 - Trabajos de reelaboración: costo de corregir defectos a fin de hacer los productos aptos para el uso.
 - Doble ensayo: costo de la segunda inspección del producto que debió ser reparado.
 - Tiempo de paro: costo de las instalaciones detenidas como consecuencia de defectos. Ejemplo: una impresora que se detiene por rotura en el papel. En muchas empresas no se tiene en cuenta este tipo de costo.
 - Pérdidas de rendimiento: costo que pueden disminuir si mejoran los controles. Ejemplo: el mal llenado de botellas que van a clientes por variabilidad en los equipos.
 - Gastos de disposición: esfuerzo por determinar si un producto no conforme es utilizable y decidir su disposición final.
- **Costos por fallos externos:** estos costos también desaparecerían si no hubiese defectos. La diferencia con los costos por fallos internos es que se detectan después de hecho el despacho al cliente. Incluyen:
 - Atención de reclamaciones: son los costos de atención por quejas justificadas atribuibles a defectos en los productos.
 - Material devuelto: costos asociados a recepción y sustitución de productos defectuosos devueltos de destino.

- Gastos de garantía: costos en el servicio a clientes conforme al convenio de garantía.
- Concesiones: costos de concesiones hechas a clientes por aceptar un producto fuera de norma. Ejemplo de ello es lo que se conoce como venta de segundas o imperfectos.
- Costos de valoración o costos en que se incurre para descubrir la condición del producto, incluye:
 - Verificación de recepción: costo de determinar por inspección la calidad de los productos de los proveedores.
 - Inspección y ensayo: costo de controlar la conformidad de un producto a lo largo de su proceso en fábrica, incluyendo embalado y expedición.
 - Mantenimiento de la precisión de los equipos de ensayo: es el costo de mantener calibrados equipos e instrumentos empleados.
 - Materiales y servicios consumidos: costo de productos en ensayos destructivos, materiales consumidos como películas de rayos X, servicio de electricidad cuando éste sea representativo.
 - Evaluación de existencias: costo de evaluar lo almacenado para evaluar posibles degradaciones.
- Costos de prevención: se producen para mantener los costos de valoración y fallo en un mínimo. Abarca:
 - Planificación de la calidad: que son los costos asociados a actividades como plan de inspección, de fiabilidad, preparación de manuales y procedimientos, así como los gastos de comunicar éstos a todos los interesados.
 - Revisión de nuevos productos: incluye preparación de propuestas de ofertas, evaluación de nuevos diseños, preparación de programas de ensayo, y demás actividades de calidad asociadas al lanzamiento de productos nuevos.
 - Adiestramiento: costos asociados a la dirección, preparación o realización de programas que buscan mejorar la calidad.
 - Informes de calidad: incluye la obtención de datos, y preparación de informes para la administración.
 - Proyectos de mejora: incluye los costos de estructurar y desarrollar programas de evolución a nuevos niveles de realización como programas de prevención de defectos.
- Para obtener los datos de costos de calidad, se puede recurrir a varios mecanismos:
 - Si la empresa está organizada por departamentos funcionales como el departamento de inspección, contablemente se puede derivar de la información de libros, el monto de gastos a atribuir. Infortunadamente, no todos los costos relacionados a calidad se pueden notar con esa claridad en la mayoría de los casos; pues calidad puede involucrar costos en diferentes áreas de la organización.
 - Costos de calidad se pueden obtener de cuentas establecidas, como la de gastos de garantía.
 - De análisis de libros contables, como al advertir cuentas o subcuentas referidas a costos por devolución de productos defectuosos.
 - También se pueden obtener costos al observar registros contables que hablen de la nómina de funcionarios dedicados a actividades de calidad como la inspección.

- Por estimación, cuando una persona o un departamento emplea cierta porción de su tiempo a tareas de calidad; entonces el supervisor de área podrá informar qué porcentaje de tiempo se puede atribuir a esas tareas de calidad, y de allí inferir el costo.

Costos de calidad evitables e inevitables

Es importante no sobrevalorar estos costos, pues en muchas compañías puede ser una suma similar a las utilidades de una empresa. Se sobrevalora cuando se incluyen costos que no están relacionados con la calidad. Ejemplo: lo que aparece como chatarra en un libro contable puede tener dos orígenes diferentes; uno, el de personal de calidad que califica productos tan defectuosos que no pueden recuperarse; dos, el material de desecho que puede venderse por peso al “chatarro”, como virutas de los tornos o recortes de las prensas. Los dos conceptos son bien diferentes, y no se deben mezclar.

Otra forma de sobrevalorar los costos de calidad sucede cuando se opina que se podrían reducir a cero, y que por ello, es un costo evitable. Sencillamente eso no es así. Lo que sí hay, es un óptimo (que veremos más adelante); pero ese óptimo no es cero.

Algunos costos evitables pueden presentarse en situaciones como la siguiente: un proceso pudo funcionar por mucho tiempo a un rendimiento de producto bueno del 90%, pues nadie ha podido reducir el 10% defectuoso. De manera que se considera como normal esa pérdida correspondiente al 10% y se puede entender como un costo de calidad. Es evitable en la medida en que se desarrolle un proyecto de mejora, que si no lo elimina, lo puede minimizar.

Los diseños de producto excesivamente precisos pueden requerir costos de clasificación y trabajos de reacondicionamiento. Estos costos son evitables en la medida de que la precisión excesiva no es necesaria. No se requiere perfeccionismo, sino que los productos cumplan con los porcentajes de tolerancia especificados desde el diseño.

Determinación del valor óptimo de costo de calidad

¿Cuáles son los costos de calidad correctos? La administración busca tener idea de ese valor para compararlo con los costos reales que le son informados, y determinar así la necesidad de implementar un plan de mejora. Un mal cálculo de ese valor correcto puede llevar a que las normas de control sean demasiado relajadas perpetuando así costos evitables, o que las normas de control sean demasiado estrictas, haciendo que el remedio sea más caro que la enfermedad. Por lo que, hay tres métodos para determinar ese valor óptimo:

1. Obteniendo datos del mercado sobre costos de calidad.
2. Empleando el proceso presupuestario.
3. Estableciendo relaciones entre distintas clases de costos de calidad.

Obteniendo datos del mercado sobre costos de calidad

¿Cuál es el costo de calidad de otras empresas? No es un método que brinde buenas orientaciones, pues dependiendo del tipo de industria este valor puede variar mucho. En industrias sencillas de amplia tolerancia (¿Es familiar la gran cantidad de nuevas marcas de productos provenientes de china?), el costo puede estar por debajo del 2%. En casos de alta precisión, complejidad o fiabilidad pueden estar por encima del 25% de sus ingresos operacionales.

Aún en las industrias que hemos catalogado como sencillas, hay amplias variaciones de costos de calidad de una empresa a otra; pero sin información de si la diferencia se debe a los sistemas contables de cada empresa, a la estructura de la organización, a la efectividad de la administración, etc. Lo que sí se puede asegurar es que los costos de fallos generalmente son varias veces los costos de verificación.

Empleando el proceso presupuestario

Los presupuestos para gastos de inspección son de uso universal; de la misma manera, presupuestos para gastos de prevención (normalmente gastos de personal) se emplean, basándose en datos históricos.

También se presupuestan costos de fallo, basados en datos históricos. Como resultado, muchas empresas no vigilan los costos, sino las variaciones de éstos. Esto puede perpetuar bajos niveles de producción, pues no suenan señales de alarma cuando los costos actuales no son más altos que los costos anteriores. Lo malo de este proceso no sólo está en el hecho de basarse en medidas históricas dudosas; sino en el hecho de que presupuestar estos costos no conduce a optimizar el total.

Estableciendo relaciones entre distintas clases de costos de calidad

Otro método para establecer el costo óptimo de calidad es mediante el análisis de las relaciones entre clases de costos. En la siguiente gráfica se aprecian los principales costos de calidad necesarios para que un producto sea apto para el uso, éstos son:

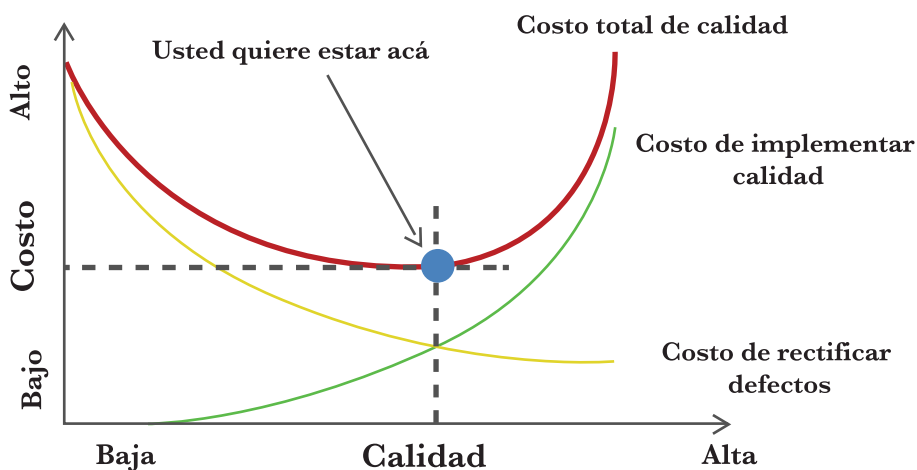


Figura 1. Clases de calidad
Fuente: Propia.

- Costos de implementar calidad, que comprenden verificación y prevención. Cuando estos costos son cero, se puede esperar que el producto sea completamente defectuoso (límite izquierdo de la figura, calidad baja). Para mejorar la calidad se aumentan los costos de verificación y prevención hasta que se logra la perfección; pero los costos de calidad crecen de manera asíntota, llegando a ser infinitos para un 100% de conformidad (el extremo derecho de la gráfica).
- Los costos de rectificar defectos. En el extremo derecho de la gráfica el producto es perfecto y los costos de rectificación son nulos; según la calidad disminuye (parte izquierda de la gráfica), los costos de calidad aumentan hasta llegar a una situación donde no hay una sola unidad buena y el costo de rectificar por unidad buena llega a infinito. (El denominador es cero, pues no hay ninguna unidad buena).

La curva roja de la gráfica (Costo total de calidad) es la suma de las curvas de los puntos 1 y 2, y tiene un mínimo marcado “usted quiere estar acá”. Los costos básicos de fabricación (materiales, mano de obra, instalaciones, etc.) son constantes independientes de la calidad de conformidad (la mínima calidad que lo hace apto para el uso). Ejemplo: la calidad del material que entra en un producto es la misma si la unidad resulta buena o mala; por lo que los costos básicos de fabricación son una línea horizontal y no afectan la curva de costo de calidad total. Este costo óptimo o mínimo del costo total de calidad tiene significado y aplicación prácticos.

A continuación veremos una ampliación de la gráfica anterior, en el punto óptimo de costo de calidad. Allí se pueden observar tres zonas en función de los distintos tipos de costo de calidad:

La zona de mejora de calidad está a la izquierda de la figura. Los costos de rectificar defectos o costo de fallo son superiores al 70% del total de costos de calidad, mientras los costos de prevención o de implementar calidad son inferiores.

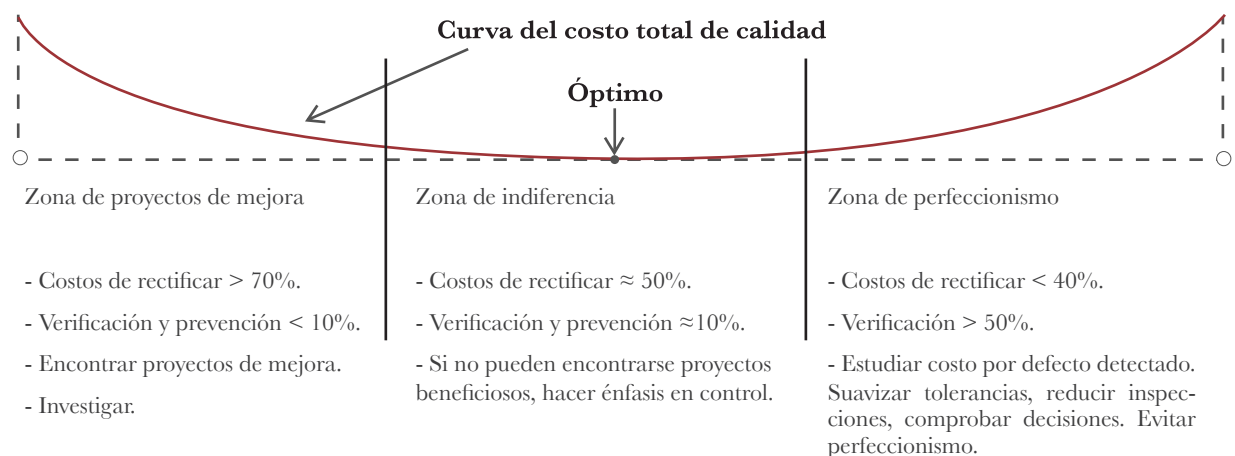


Figura 2. Curva de costos total de calidad
Fuente: Propia.

Al 10%. En estos casos la experiencia muestra que pueden implementarse proyectos de mejora.

La parte derecha de la gráfica se conoce como zona de perfeccionismo, y los costos de verificación exceden los costos de rectificar productos o costos de fallo. Tras un estudio es habitual advertir que el perfeccionismo está presente. Los proyectos de mejora han de consistir en descubrir y eliminar los costos indebidos de perfeccionismo. Un ejemplo es una fábrica que producía una pieza con una característica X defectuosa; por lo que fue necesaria una inspección detallada. Con el tiempo el proceso fue mejorado, la falla en la característica X se redujo a 15 veces por millón, pero la inspección se mantuvo. Un estudio mostró que a la empresa le costaba U\$2.80 encontrar cada defecto X, en tanto que el valor de venta de la pieza era de U\$0.50.

La zona de indiferencia es la zona central de la figura de arriba. Se ha alcanzado o aproximado al óptimo, y ahora el problema es de control para mantener ese óptimo. Se caracteriza por que aproximadamente la mitad de los costos son de fallo o sea de rectificar defectos.

Al tratar de reducir los costos de calidad debe tenerse cuidado de no aumentar los costos totales. Esto puede suceder cuando los costos que no son de calidad aumentan desproporcionadamente para reducir los costos de calidad. Reducir los costos de calidad no es un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la economía de la empresa. Habitualmente hay conflicto cuando se pretende equilibrar costos entre calidad y producción.

Aseguramiento de la calidad

Los términos aseguramiento de la calidad y control de calidad usualmente son intercambiados para referirse a las formas de garantizar la calidad de un producto o servicio. Los términos no obstante, tienen diferentes significados.

- Aseguramiento: el acto de dar confianza, estado de ser confidente o el acto de ser certero.
- Aseguramiento de la calidad: es la actividad que da a todos los interesados, la evidencia necesaria para tener confianza de que la función de calidad se está realizando adecuadamente e involucra una estrategia de prevención; en los textos en inglés aparece como QA (*Quality Assurance*).
- Control: es una evaluación para indicar la necesidad de respuestas correctivas.
- Control de calidad: tiene que ver con las técnicas de observación y actividades empleadas para cumplir los requerimientos de calidad, e involucra una estrategia de detección. Se conoce en inglés como QC (*Quality Control*).

La responsabilidad de si un producto es apto para el uso recae en la alta dirección, quien es responsable ante los propietarios, las leyes y el público, de los actos de la empresa. Entre los sistemas que se usan para obtener seguridad formal de la calidad se incluye la auditoría de calidad. La auditoría de calidad puede ser interna, cuando la empresa quiere asegurarse del cumplimiento de requisitos, como forma de mantener sus estándares de calidad, así como paso previo a la ocurrencia de una auditoría hecha por un tercero externo a la empresa.



Imagen 2. Aseguramiento de la calidad
Fuente <http://dibert.com>

En el desarrollo de productos y servicios, el aseguramiento de calidad es cualquier proceso sistemático de revisar para ver si un producto o servicio que está desarrollándose, está cumpliendo los requerimientos especificados. Muchas compañías tienen un departamento para asegurar la calidad y se dice que un sistema de aseguramiento de la calidad incrementa la confianza del consumidor y la credibilidad de la compañía, al mejorar procesos y eficiencia, y al habilitar a la compañía para que sea más competitiva. Los sistemas de aseguramiento de calidad de hoy en día enfatizan en controlar un defecto antes que se refleje en el producto final.

En nuestra lección de sistemas de gestión de calidad veremos cómo ISO 9000 es un estándar internacional, que muchas compañías usan para garantizar que su sistema de aseguramiento de calidad es efectivo. Para implementar ISO 9000, la administración de una compañía decide los objetivos y las políticas de aseguramiento de calidad, luego se documentan las políticas y requerimientos de la compañía, y se analiza la estrategia que el equipo tiene para implementar el sistema de aseguramiento de la calidad. Hecha la implementación, un asesor externo examina el sistema de aseguramiento de la calidad de la compañía, para asegurarse que cumple con el estándar ISO9000. Si se encuentran evidencias de no cumplimiento (No conformidades), se escribe un detallado reporte de los hallazgos, y la compañía accede a corregir los problemas en un tiempo específico. Una vez se corrigen los problemas, la compañía es certificada como cumplidora del estándar en las actividades que la certificación detalla.

Tanto el aseguramiento de calidad (QA), como el control de calidad (QC) forman parte integral del plan de administración de calidad de la organización. QA y QC son conceptos relacionados, pero se diferencian en su enfoque. QA es el proceso de administrar para la calidad; QC es usado para verificar la calidad de la salida.

El éxito de un proyecto depende tanto del QA como del QC. Si sólo aplicamos QA, entonces tenemos un conjunto de procesos que pueden ser aplicados para garantizar calidad en la solución que proveemos, pero a esa solución en sí misma no se le comprueba la calidad. Así mismo, si sólo nos enfocamos en QC, entonces simplemente realizamos pruebas sin una visión clara de hacer

nuestras pruebas sistemáticas y repetibles, para entender y eliminar problemas, y para llevar a una mejora en general. En cualquiera de estos casos, la solución liberada muy probablemente no va a cumplir los requerimientos del cliente, no va a ser apta para uso.

Un buen punto de referencia para entender la diferencia entre QA y QC es la familia de estándares ISO 9000. En términos de este estándar un sistema de gestión de calidad está compuesto por actividades de planeación de calidad y de mejora de calidad, y el establecimiento de un conjunto de objetivos y políticas de calidad que actuarán como guía en la organización.

ISO 9000 fija el control de calidad QC como una parte de la administración de calidad enfocada en cumplir los requerimientos de la misma; y define el aseguramiento de calidad como la parte de la administración de calidad enfocada en proveer confianza de que los requerimientos de calidad serán cumplidos. Aunque estas definiciones tengan buen fundamento, pueden ser muy amplias para ser útiles. A continuación se referencian conceptos clave que resumen y aclaran lo estudiado hasta el momento.

Software de aseguramiento de calidad: la función del software de calidad que garantiza que los estándares, procesos y procedimientos son apropiados para el proyecto y están correctamente implementados.

Software de control de calidad: la función del software de calidad para verificar que el proyecto sigue sus estándares, procesos y procedimientos, y que el proyecto produce o libera los productos internos y externos que se requieren.

Es decir, QA se enfoca en la calidad del proceso, mientras que QC se enfoca en la calidad de la salida o producto.

Por eso mencionábamos en esta lección que el aseguramiento de la calidad implica una estrategia de prevención, en tanto el control de calidad implica una estrategia de detección.

QA se enfoca en planeación, documentación y llegar a un acuerdo en las guías que son necesarias para asegurar la calidad. La planeación del QA comienza desde el inicio del proyecto, y sus actividades de planeación generan planes de calidad, planes de inspección y pruebas, y la capacitación en métodos y procesos. El propósito de QA es prevenir defectos; es una práctica administrativa proactiva que asegura los niveles de calidad pactados. Involucrar QA desde el inicio de un proyecto es clave para mitigar los riesgos que se han identificado.

QC por otro lado, involucra todas las actividades diseñadas para determinar el nivel de calidad de la salida o producto (interno o externo). QC es un mecanismo reactivo mediante el cual la calidad es medida y monitoreada; incluye todas las técnicas operacionales y actividades empleadas para cumplir los requerimientos de calidad. Estas técnicas y actividades son concertadas con las partes interesadas antes de que inicie el proyecto. Finalmente, QC involucra la verificación de la conformidad de la salida o producto con los niveles pactados de calidad.



Control estadístico del proceso (CEP)



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Procesos de Gestión: 22215 Viroeducación (Dic. 9-83)

Introducción

Al finalizar el estudio de la presente semana, el alumno estará en capacidad de reconocer una importante técnica estadística en el control de calidad, el control estadístico del proceso (CEP); e identificar los planes de inspección para la aceptación. En el empleo de una técnica más elaborada para asegurar calidad, como es el Control estadístico de procesos (CEP), veremos con algo de detalle cómo se usa una gráfica de control y un ejemplo práctico. En la inspección para la aceptación veremos criterios de inspección para la aceptación en unidades o lotes de producción.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- a.** Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de lecturas complementarias.
- b.** Escribir al tutor sobre dudas que surjan.
- c.** Emplear buscadores como Google para hallar en la web, material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La red no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue, pues recuérdese que así como hay portales con noticias falsas; los hay también con información errónea.

Desarrollo temático

Control estadístico del proceso (CEP)

Se entiende por Control estadístico del proceso (CEP), la aplicación de técnicas estadísticas para la medición y análisis de las variaciones en los procesos.

Otra definición pertinente es la de Control estadístico de la calidad, que consiste en la aplicación de técnicas estadísticas para medir y mejorar la calidad de los procesos. El control estadístico de la calidad incluye el CEP, herramientas de diagnóstico, planes de muestreo y otras técnicas estadísticas.

Cuando apareció este concepto en la década de los 30, la calidad era entendida como un problema de variación que puede ser controlado mediante la eliminación a tiempo de las causas que lo provocan (véase la definición de control en nuestro glosario). La inspección dejó de ser masiva.

Walter Shewhart es uno de sus principales precursores; y con su enfoque proactivo logra que la producción cumpla con la tolerancia de especificación del diseño, sin tener que esperar a que el producto esté terminado para corregir las fallas; esto lo logra mediante las gráficas de control, luego se capacita a los inspectores en técnicas estadísticas que son cimiento del control de calidad.

El CEP se apoya en la idea de que los sistemas no se comportan de acuerdo con un patrón exacto, sino que se ubica en términos estadísticos; Shewhart postula lo siguiente:

1. Las causas que condicionan el funcionamiento de un sistema son variables, por lo que no sirven para predecir con exactitud su comportamiento futuro.
2. En el ámbito de la producción industrial no existen los sistemas constantes. Las causas de variación están siempre presentes en la calidad de la materia prima, en los equipos de producción, etc.
3. Las causas de variación se pueden detectar y eliminar.

Como se anotó arriba, el CEP se apoya en herramientas estadísticas, ante todo la gráfica de control. Aun cuando todo esté bajo control, es inherente a la naturaleza de los procesos que exista cierto nivel de variabilidad.

Gráfica de control

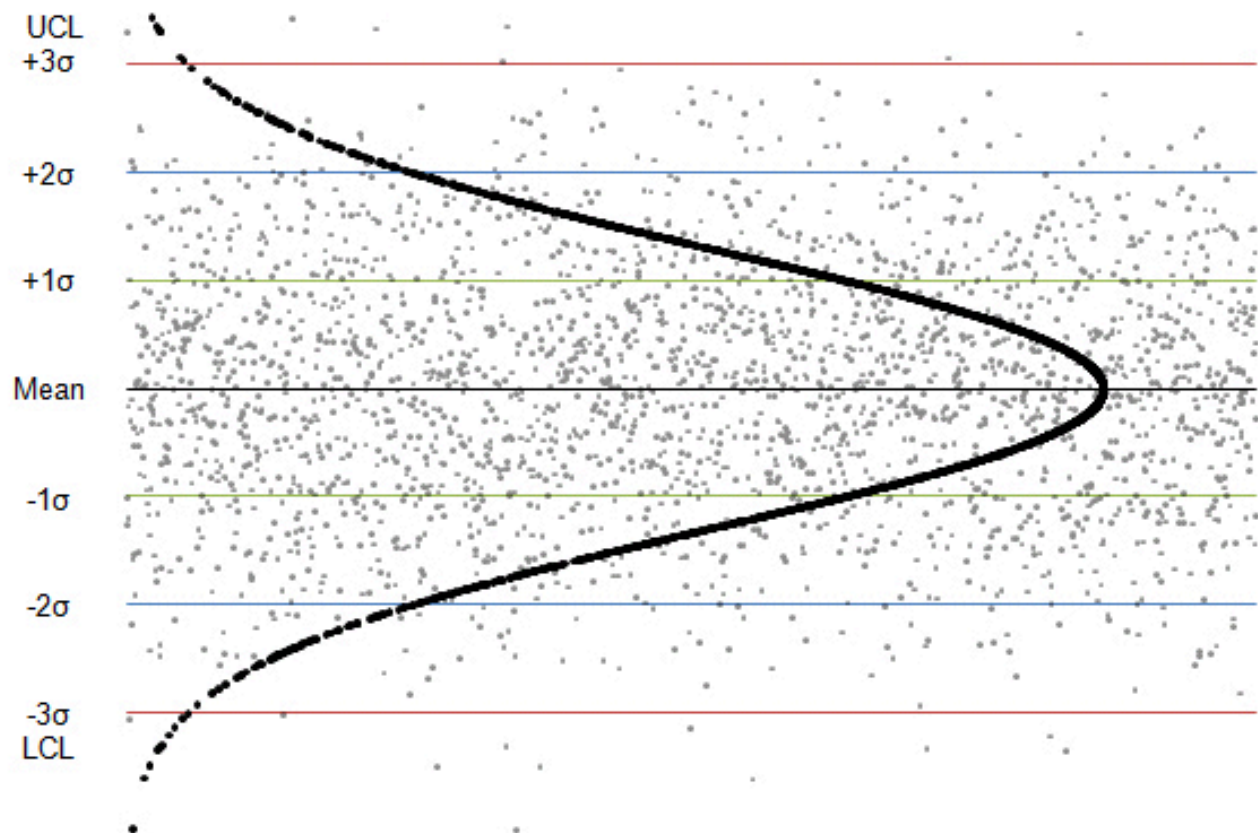


Figura 1. Gráfica de control de Shewart
Fuente <http://controls.engin.umich.edu>

Es uno de los métodos más empleados en CEP que sirve para monitorear la estabilidad de un proceso. Está compuesta por puntos de datos, una línea central como valor medio (mean); límites inferior y superior como fronteras que indican dónde el proceso se considera fuera de control. Visualmente se muestran las fluctuaciones de la variable de un proceso en particular, de manera que permite al observador determinar si las variaciones caen dentro de los límites especificados del proceso. Esta gráfica se conoce también como de límites de control de Shewhart. La línea del centro (la media) es el valor medio del conjunto de datos; las líneas marcadas 1σ , 2σ y 3σ representan 1, 2 y 3 desviaciones estándar del valor medio. En términos generales si los datos caen en la región de hasta 3 desviaciones estándar, el proceso se considera bajo control. Cuando el proceso opere fuera de estos, lo más probable es que algo extraño suceda, de manera que si se detecta la causa y se establecen las acciones correctivas apropiadas, se podrá impedir la elaboración de un producto defectuoso.

Un proceso se puede calificar como controlado o fuera de control. Los límites para estas clasificaciones se fijan calculando la media, la desviación estándar y el rango de un conjunto de datos del

proceso recolectados cuando el proceso está bajo operación estable. Después, subsecuentes datos pueden ser comparados con los ya calculados para determinar si los nuevos datos caen dentro de límites aceptables. Para un control bueno y seguro, los datos subsecuentes que se coleccionen deben caer dentro de tres desviaciones estándar de la media. Las gráficas de control también son empleadas comúnmente en control seis sigma, como un medio de mejora global de los procesos.

La principal razón para emplear gráficas de control es monitorear, controlar y mejorar el rendimiento de un proceso sobre el tiempo, estudiando la variación y su fuente. Algunas funciones de la gráfica de control son:

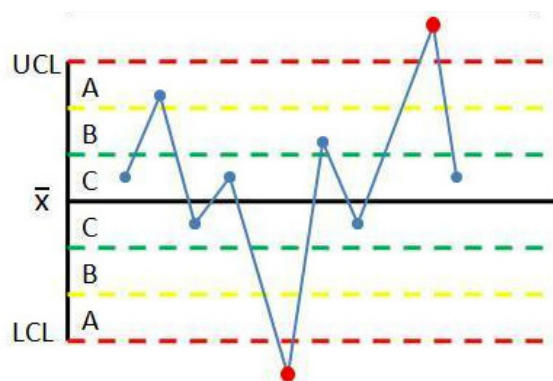
1. Centrar la atención en detectar y monitorear variaciones del proceso sobre el tiempo.
2. Proveer una herramienta para control de procesos sobre la marcha.
3. Diferenciar causas especiales de comunes en la variación.
4. Ayudar a mejorar un proceso al lograr consistentemente y de manera predecible mayor calidad y menor costo.
5. Servir como lenguaje común para discutir rendimiento de procesos.

Para conocer en qué condiciones opera un proceso, se deben tomar muestras y estimarse tanto su media como su desviación estándar, utilizando algún parámetro estadístico. Si dicho parámetro evidencia que la media del proceso varía o que la desviación estándar aumenta, será probable la existencia de alguna fuente de variación no considerada en el diseño del proceso. Ej: que la materia prima está en malas condiciones, desgaste de la herramienta de corte, máquinas no calibradas, etc.

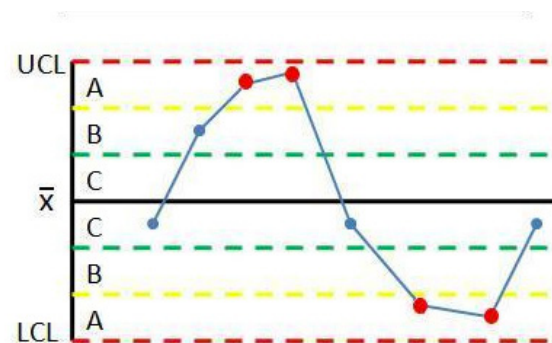
Como se ha explicado, las gráficas de control pueden determinar si un proceso está teniendo un comportamiento inusual. La calidad de puntos individuales de un subconjunto se determina como inestable si ocurre alguno de los siguientes escenarios:

- Regla 1. Cualquier punto cae más allá de 3σ . Esto es representado por los límites de control superior (UCL) e inferior (LCL), líneas rojas.
- Regla 2. Dos de tres puntos consecutivos caen más allá de 2σ (2 desviaciones estándar), en el mismo lado de la línea media. Líneas amarillas.
- Regla 3. Cuatro de cinco puntos consecutivos caen más allá de 1σ (una desviación estándar), en el mismo lado de la línea media. Línea azul.
- Regla 4. Nueve o más puntos consecutivos caen del mismo lado de la línea central.

Se muestra a continuación la gráfica de cada una de las reglas que se acaban de mencionar:

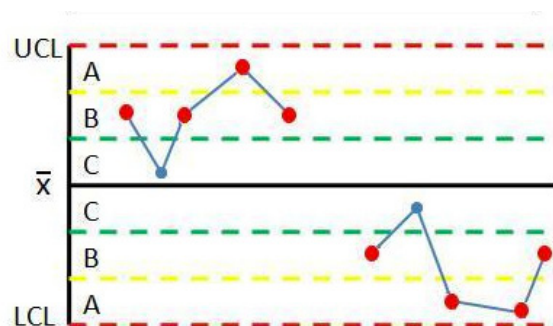


Gráfica regla 1

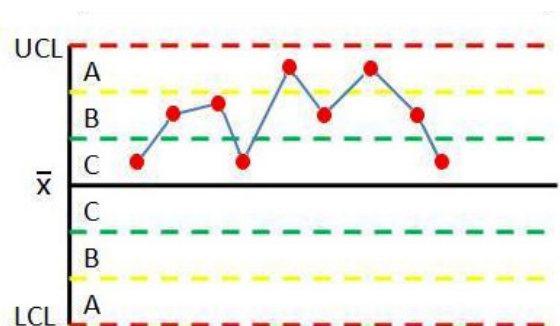


Gráfica regla 2

Figura 2. Gráfica de control regla 1 y 2
Fuente <http://community.tableausoftware.com>



Gráfica regla 3



Gráfica regla 4

Figura 3. Gráfica de control regla 3 y 4
Fuente <http://community.tableausoftware.com>

La calidad de un subconjunto se determina como inestable, de acuerdo a las siguientes reglas:

1. Cualquier valor del subconjunto está a más de tres desviaciones estándar de la media (línea central).
2. Dos valores consecutivos del mismo subconjunto están a más de dos desviaciones estándar de la media, y están del mismo lado de la línea central.
3. Tres valores consecutivos del subconjunto están a más de una desviación estándar de la media, y están del mismo lado de la línea central.

Existen tres fases para poner en práctica el CEP: recolección de datos, control del proceso, y determinar si el proceso tiene capacidad para cumplir con las especificaciones buscando la menor variabilidad.

La etapa de recolección de datos es más compleja que lo que sugiere su nombre. Antes de iniciar esta fase hay que considerar si hay un ambiente de trabajo propicio para implantar el CEP.

En un ambiente de trabajo propicio el personal conoce cómo elaborar su trabajo de manera eficaz (evaluando calidad, no cantidad); el personal no está temeroso de tomar decisiones por cuenta propia.

Una vez definido el proceso se determinan las características a controlar, que desde luego han de ser las relevantes. Las variables pueden ser cuantificables o atributos que al correlacionar, se vuelvan cuantificables para poder ejercer control sobre ellos.

Hay que conocer las áreas de problemas normales y potenciales, ya que el CEP debe alertar cuando surgen problemas no comunes.

Otro paso previo a la recolección de datos es reducir fuentes obvias de variabilidad, como garantizar que todas las máquinas operan en condiciones óptimas, que los procedimientos están escritos, que la calidad de los insumos está controlada, los operarios están capacitados, etc. En resumen, no se puede establecer un mecanismo de control a un sistema que de forma obvia está descontrolado.

Hecho lo anterior, se elabora el plan de recolección de datos y de control, que consta de las siguientes actividades:

1. ¿Qué gráfico de control emplear? Hay 3 tipos de gráficos de control para determinar si el dato está fuera de control. La gráfica de la media de \bar{X} , las gráficas -r y las gráficas -s. Una gráfica de la media de \bar{X} es usualmente emparejada a una gráfica-s o gráfica-r para dar una imagen completa del mismo conjunto de datos.
- Emparejando gráficas media de \bar{X} con gráficas-R: Media de \bar{X} (promedio) y R (rango). Media de \bar{X} muestra la línea central que es calculada usando el gran promedio (promedio de promedios), y los límites de control superior e inferior que son calcula-

dos usando el rango promedio. La gráfica-R traza el rango promedio y los límites de los rangos, mostrando la dispersión de los subconjuntos.

- Emparejando gráficas media de \bar{X} con gráficas-S: S (desviación estándar). Habitualmente se hace esto cuando el tamaño del subconjunto es grande, porque en estos casos el rango es una estadística pobre para estimar la distribución de los subconjuntos.
 - Homogenizando datos con un promedio dinámico: en estadística un promedio dinámico es un cálculo que analiza puntos de datos, creando una serie de promedios de diferentes subconjuntos del conjunto total de datos, con el fin de suavizar la curva. Este procedimiento tiene un retardo a la hora de detectar puntos problemáticos; pero se hace así con el fin de evitar que el sistema de control reaccione al problema antes de encontrar un promedio. El procedimiento sólo es válido para procesos que se puedan detener manejando este atraso.
2. Determinar tamaño de la muestra. Para gráficas por variables varía de 2 a 20, pero el más común es 5. Para gráficos por atributos se emplean entre 50 y 200 piezas.
 3. Determinar frecuencia de toma de muestras. La frecuencia se basa en el conocimiento del proceso sobre los intervalos en que puede manifestarse algún cambio en la media o la desviación estándar de aquel. Al principio hay que tomar muestras con la mayor frecuencia posible, a fin de determinar la variación del proceso con el tiempo.
 4. Determinar periodo inicial de recolección de datos. De los primeros datos que se colectan se obtiene información para calcular la media y la desviación estándar. Se debe considerar el tiempo suficiente para que se mezclen todos los factores que intervienen en el proceso. Este período debe permitir acumular al menos 40 muestras,

pues por razones estadísticas se necesitan al menos 25 muestras asociadas a condiciones comunes de operación, para realizar los cálculos.

5. Recolectar los datos. No sólo se deben registrar datos, sino que se deben observar con detenimiento las condiciones del proceso durante el periodo correspondiente a cada dato.

Finalizaremos este capítulo mostrando como armar unas gráficas de control con un ejemplo práctico.

Creando una gráfica de control

Se deben establecer los límites superior (UCL) e inferior (LCL). Hay varios métodos para hacer esto. Acá veremos el método para un número de componentes de un subconjunto n , menor a 15 ($n < 15$).

Para ese tipo de ambientes se emplea la siguiente tabla que muestra unos valores (A2, A3, B3, B4, D3, D4), llamados constantes, que dependen de n . Estos valores los emplearemos en el cálculo de UCL y LCL; pero no explicaremos de dónde salen o cómo se calculan, pues escapa al alcance de este curso. Esta es la tabla:

| Subgrupo n | Gráfica Media \bar{x} | | Gráfica - S | | Gráfica - R | |
|---------------|-------------------------|--------------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Usando R_A | Usando S_A | | | | |
| | A2 | A3 | B3 | B4 | D3 | D4 |
| 2 | 1,889 | 2,659 | 0 | 3,267 | 0 | 3,268 |
| 3 | 1,023 | 1,954 | 0 | 2,568 | 0 | 2,574 |
| 4 | 0,729 | 1,628 | 0 | 2,266 | 0 | 2,282 |
| 5 | 0,577 | 1,427 | 0 | 2,089 | 0 | 2,114 |
| 6 | 0,483 | 1,287 | 0,03 | 1,97 | 0 | 2,004 |
| 7 | 0,419 | 1,182 | 0,118 | 1,882 | 0,076 | 1,924 |
| 8 | 0,373 | 1,099 | 0,185 | 1,815 | 0,136 | 1,864 |
| 9 | 0,337 | 1,032 | 0,239 | 1,761 | 0,184 | 1,816 |
| 10 | 0,308 | 0,975 | 0,284 | 1,716 | 0,223 | 1,777 |
| 11 | 0,285 | 0,927 | 0,322 | 1,678 | 0,256 | 1,744 |
| 12 | 0,266 | 0,886 | 0,354 | 1,646 | 0,283 | 1,717 |
| 13 | 0,249 | 0,85 | 0,382 | 1,619 | 0,307 | 1,693 |
| 14 | 0,235 | 0,817 | 0,407 | 1,593 | 0,328 | 1,672 |
| 15 | 0,223 | 0,789 | 0,428 | 1,572 | 0,347 | 1,653 |

Tabla 1. Valores para crear gráfico de control

Fuente: Propia.

Se debe determinar el valor de n , es decir, el número de subgrupos. Usted debe determinar cuántos subgrupos hay en sus datos; esto con el fin de emplear en las ecuaciones que se muestran a continuación, los valores de las constantes a emplear (A_1, A_2, \dots). Si se toman medidas de temperatura cada minuto y hay 3 lecturas de temperatura por minuto, entonces $n = 3$. Si en otro caso está tomando 4 lecturas de peso en cada punto de control, entonces $n = 4$.

Para la gráfica media de \bar{X} , se emplean las siguientes ecuaciones para establecer los límites, donde \bar{X}_{GA} es el gran promedio, R_A es el rango promedio y S_A es la desviación estándar promedio.

$$UCL = \bar{X}_{GA} + A_2 R_A$$

$$LCL = \bar{X}_{GA} - A_2 R_A$$

Los límites también se pueden encontrar usando S_A :

$$UCL = \bar{X}_{GA} + A_3 S_A$$

$$LCL = \bar{X}_{GA} - A_3 S_A$$

La línea central es simplemente \bar{X}_{GA} .

Para gráficos - R , los límites UCL y LCL se determinan así:

$$UCL = D_4 R_A$$

$$LCL = D_3 R_A$$

La línea central es el valor de R_A

Para gráficos - S , los límites UCL y LCL se determinan así:

$$UCL = B_4 S_A$$

$$LCL = B_3 S_A$$

La línea central es S_A

Para determinar si su sistema está fuera de control, es necesario seccionar los datos en tres regiones A, B, C como en las gráficas de las reglas 1 a 4, que mostramos en este capítulo. Para calcular los límites entre estas regiones, se debe primero calcular UCL y LCL . Los límites A, B, C están uniformemente espaciados entre UCL y LCL . Así que calcularlos es tan fácil como:

$$\text{Límite entre A y B arriba de } \bar{X}_{GA} = \bar{X}_{GA} + (UCL - \bar{X}_{GA}) * 2/3$$

Y de una manera similar los demás límites.

Ejemplo: en la manufactura de lingotes de 1 Kg de metal mezclado, el peso del producto varía en el lote. Abajo hay un número de muestras tomadas en condiciones normales (subconjunto del 1 al 7); con el peso dado en Kg. Construyamos las gráficas media de \bar{X} , \bar{S} y \bar{R} para los datos experimentales (8 a 11); con el fin de ver si estas se están fabricando de una manera controlada.

| Subset | Valores (Kg) |
|-------------------|------------------------|
| 1 (Control) | 1.02, 1.03, 0.98, 0.99 |
| 2 (Control) | 0.96, 1.01, 1.02, 1.01 |
| 3 (Control) | 0.99, 1.02, 1.03, 0.98 |
| 4 (Control) | 0.96, 0.97, 1.02, 0.98 |
| 5 (Control) | 1.03, 1.04, 0.95, 1.00 |
| 6 (Control) | 0.99, 0.99, 1.00, 0.97 |
| 7 (Control) | 1.02, 0.98, 1.01, 1.02 |
| 8 (Experimental) | 1.02, 0.99, 1.01, 0.99 |
| 9 (Experimental) | 1.01, 0.99, 0.97, 1.03 |
| 10 (Experimental) | 1.02, 0.98, 0.99, 1.00 |
| 11 (Experimental) | 0.98, 0.97, 1.02, 1.03 |

Tabla 2. Valores Medida de \bar{X} , \bar{S} y \bar{R}
Fuente: Propia.

Primero calculamos el promedio, rango y desviación estándar para cada subconjunto:

| Subset | Valores (Kg) | Promedio \bar{X} | Rango \bar{R} | Desviación estándar \bar{S} |
|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 (Control) | 1.02, 1.03, 0.98, 0.99 | 1.0050 | 0.05 | 0.023805 |
| 2 (Control) | 0.96, 1.01, 1.02, 1.01 | 1.0000 | 0.06 | 0.027080 |
| 3 (Control) | 0.99, 1.02, 1.03, 0.98 | 1.0050 | 0.05 | 0.023805 |
| 4 (Control) | 0.96, 0.97, 1.02, 0.98 | 0.9825 | 0.06 | 0.026300 |
| 5 (Control) | 1.03, 1.04, 0.95, 1.00 | 1.0150 | 0.09 | 0.043589 |
| 6 (Control) | 0.99, 0.99, 1.00, 0.97 | 0.9875 | 0.03 | 0.012583 |
| 7 (Control) | 1.02, 0.98, 1.01, 1.02 | 1.0075 | 0.04 | 0.018930 |
| 8 (Experimental) | 1.02, 0.99, 1.01, 0.99 | 1.0025 | 0.03 | 0.01500 |
| 9 (Experimental) | 1.01, 0.99, 0.97, 1.03 | 1.0000 | 0.06 | 0.025820 |
| 10 (Experimental) | 1.02, 0.98, 0.99, 1.00 | 0.9975 | 0.04 | 0.017078 |
| 11 (Experimental) | 0.98, 0.97, 1.02, 1.03 | 1.0000 | 0.06 | 0.029439 |

Tabla 3. Cálculo de promedio, rango y desviación estándar
Fuente: Propia.

Ahora, el gran promedio \bar{X}_{GA} , rango promedio R_A y desviación estándar promedio S_A se computan de los subconjuntos tomados bajo operación normal (del 1 al 8); con el fin de determinar las líneas centrales. No olvide que $n = 4$, por que se tomaron 4 muestras en cada punto.

$$\bar{X}_{GA} = 1.0004.$$

$$R_A = 0.05428.$$

$$S_A = 0.023948.$$

Los límites media de \bar{X} son calculados (Usando R_A)

$$UCL = \bar{X}_{GA} + A_2 R_A = 1.0004 + 0.729(0.05428) = 1.04.$$

$$LCL = \bar{X}_{GA} - A_2 R_A = 1.0004 - 0.729(0.05428) = 0.96.$$

Los límites media de \bar{X} son calculados (Usando S_A)

$$UCL = \bar{X}_{GA} + A_3 S_A = 1.0004 + 1.628(0.023948) = 1.04.$$

$$LCL = \bar{X}_{GA} - A_3 S_A = 1.0004 - 1.628(0.023948) = 0.96.$$

Ya que $n = 4$ (un tamaño de subconjunto relativamente pequeño), tanto R_A como S_A se pueden emplear para calcular los límites UCL y LCL.

Calculemos los límites de la gráfica -R

$$UCL = D_4 R_A = 2.282(0.05428) = 0.12.$$

$$LCL = D_3 R_A = 0 (0.5428) = 0.$$

Calculemos los límites de la gráfica -S

$$UCL = B_4 S_A = 2.266(0.023948) = 0.054266.$$

$$LCL = B_3 S_A = 0 (0.23948) = 0.$$

Los puntos individuales de los subconjuntos 8-11 se trazan, para mostrar cómo varían en comparación con los límites de control:

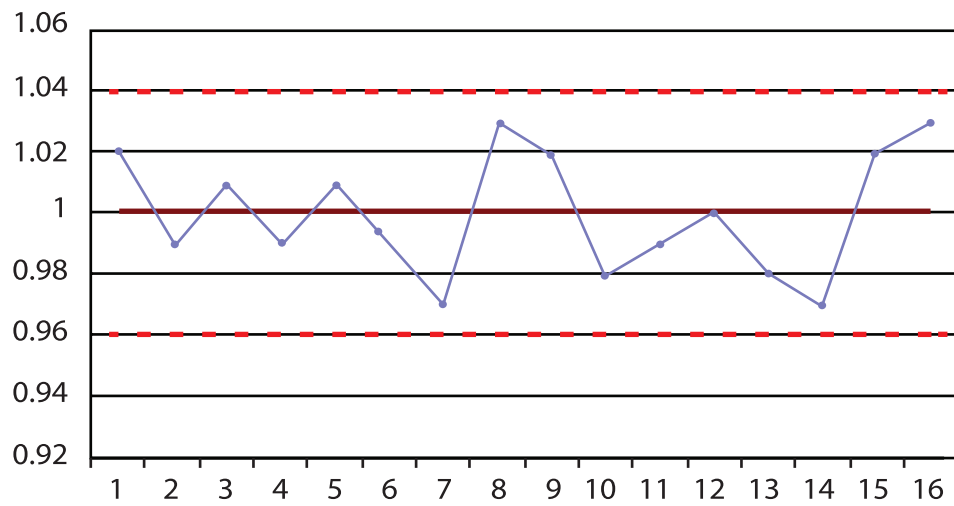


Figura 3. Puntos individuales de los subconjuntos
Fuente: Propia.

El subgrupo de promedios se muestra en esta gráfica media de \bar{X} , para los subconjuntos 8 – 11.

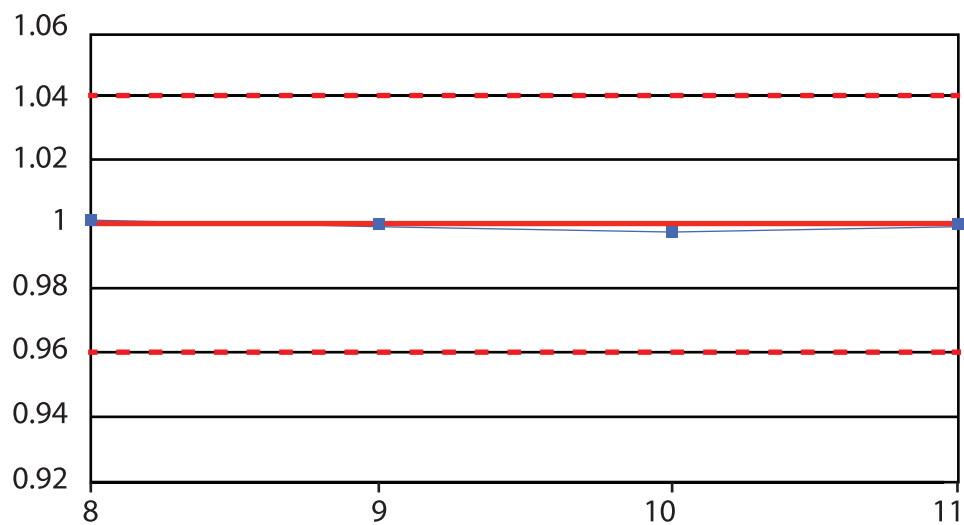


Figura 4. Subgrupos de promedios
Fuente: Propia.

Gráfica -R para los subconjuntos 8 – 11

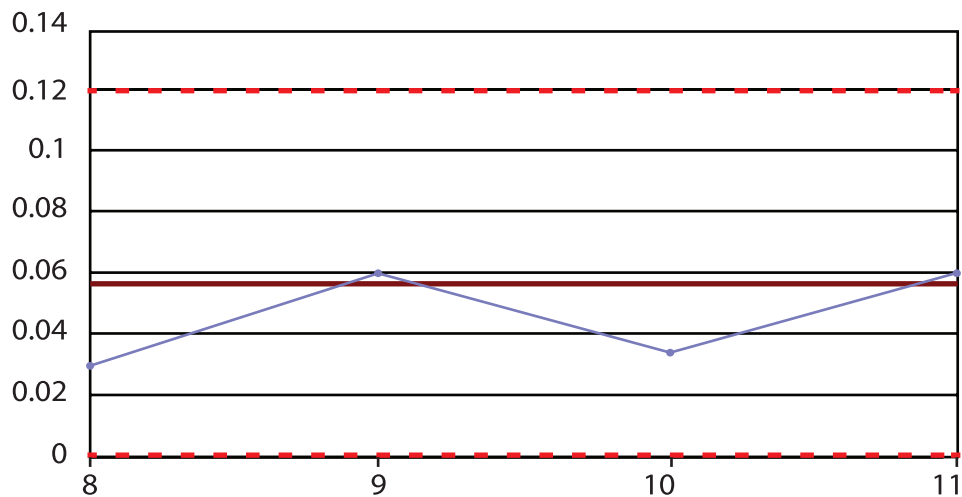


Figura 5. Gráfica -R
Fuente: Propia.

Gráfica -S para los subconjuntos 8 -11

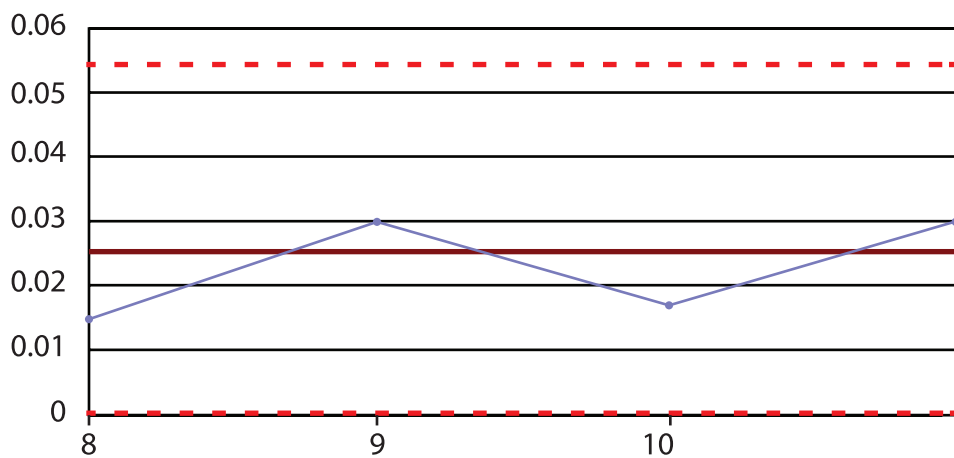


Figura 6. Gráfica -S
Fuente: Propia.

De las gráficas podemos apreciar que los subconjuntos 8 – 11 se encuentran bajo control, ya que obedecen las cuatro reglas dadas en este capítulo.

Inspección para la aceptación

En la lección de costos de calidad se mencionaban los costos de controlar la conformidad del producto a lo largo de su proceso de fábrica, incluyendo la aceptación final y el control de embalado

y envío. La inspección muchas veces implicará un ensayo e involucra actividades como:

- Diseñar plan de inspección y ensayo; elegir puestos de control y definir el trabajo a realizar en cada puesto.
- Preparar normas y criterios suplementarios como el normalizar procedimientos de ensayo.
- Preparar manuales, sistemas y procedimientos de inspección.
- Preparar especificaciones de los puestos de inspección; reclutar, seleccionar y adiestrar inspectores.
- Investigar las causas de defectos esporádicos, informar los resultados y seguir las acciones correctivas.
- Iniciar las acciones para disponer de los productos no conformes.
- Informar los resultados de las inspecciones por producto, por proceso, por departamento responsable, por operario, etc.
- Proveer lo necesario para que se pueda medir la precisión de los inspectores.

El término inspección supone siempre la evaluación de la calidad de alguna característica en relación con un patrón. La inspección puede constar de las siguientes operaciones:

- Interpretación de la especificación. La especificación se entiende como patrón de una característica, puede ser una descripción escrita, un plano, una fotografía, una muestra, y en el peor de los casos una instrucción verbal que degenera en un recuerdo nebuloso.
- Medición de la calidad de la característica. Si la medición la hace una persona sin ayuda, se suele llamar inspección. Si la hace la persona con ayuda de instrumentos mecánicos, suele llamarse verificación. Si la hace la persona con ayuda de instrumentos electrónicos, suele llamarse ensayo. Si la hace la

persona con ayuda de instrumentos de medida química o metalúrgica, suele llamarse análisis o ensayo.

- Comparación de las dos operaciones anteriores.
- Enjuiciamiento de la conformidad.
- Destino de los casos conformes.
- Destino de los casos no conformes.
- Registro de los datos obtenidos.

La inspección para la aceptación de un producto es la principal toma de decisión que se encomienda a un inspector, pues determina si el producto es conforme o no con la norma. Si es apto para su uso. Hagamos unas distinciones sobre producto y norma.

Cuando hablamos de producto, nos podemos referir a unidades o lotes. Si son unidades, las podemos a su vez diferenciar entre:

- Unidades discretas del producto: entidades independientes como tornillos o tazas. Discreto expresa que el producto se elabora, prueba y usa como unidad independiente.
- Parte de una masa única: son muestras de lotes como una colada de acero o la muestra de refino de petróleo. El producto se elabora en forma de masa aglutinada, de la que se ensaya una muestra.

Así pues cuando hablemos de lotes, nos podemos referir al lote como conjunto de unidades discretas, o lote como parte de una masa. Normalmente el producto se inspecciona en forma de lote. El lote clásico es un conjunto de unidades del producto elaboradas bajo un sistema común de causas, para que tenga una uniformidad intrínseca. En su forma más sencilla, el lote clásico sale de una máquina manejada por un operario y que elabora un único lote de materiales, todo ello en condiciones de control estadístico.

Para tomar decisiones precisas y económicas en materia de aceptación del producto, es útil “mantener el orden”; esto es, mantener el producto separado en lotes reales o al menos identificados en relación con una causa común. Ejemplos de esas identificaciones los podemos ver en las bolsas de leche pasteurizada que traen no sólo su fecha de vencimiento, sino la identificación del lote al que pertenecen. Hay que mantener el orden también en los procesos que presenten variaciones en función del tiempo (ej.: por el desgaste de una herramienta); también se debe mantener la secuencia temporal de elaboración de productos, por si es necesario identificar en qué momento fue hecho.

Mostraremos en la siguiente tabla los criterios de aceptación del producto. Son los criterios empleados para juzgar la conformidad del producto con la norma, distinguiendo según se trate de unidades o de lotes, y en ambos casos de unidades discretas o continuas. Hay profundas diferencias sobre el modo de realizar la inspección.

Criterios aplicables a las unidades discretas

Están contenidos en las especificaciones del producto y en las interpretaciones complementarias determinadas en la planificación de inspección. Si es posible conocer el uso a que se destina el producto, ese conocimiento puede usarse para elaborar criterios ulteriores que permitan juzgar la conformidad.

Criterios aplicables a las muestras

En los productos en masa suele faltar la coherencia entre elaboración, prueba y uso, que caracteriza a las unidades discretas del producto. En el momento de la prueba, se puede desconocer el uso que se dará al producto. Los criterios para juzgar la conformidad de la muestra con la especificación deben implicar entonces una buena dosis de compromisos entre las partes interesadas. Por ello debe haber normas sectoriales que definan las muestras e informen cómo se han de probar.

| Aspectos de la conformidad | Producto en unidades discretas | | Producto en masa | |
|--|--|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| | Unidad de producto | Lote = conjunto de unidades discretas | Muestra tomada de la masa | Lote = masa |
| Nombre habitual del objeto de la inspección. | Pieza, unidad, componente, producto, etc. | Lote | Muestra | Lote, masa |
| La norma está constituida por | Especificación del producto, más criterios adicionales incluidos en un plan de inspección. | Pan de muestreo. | Especificación del material | Plan de muestreo |

| | | | | |
|---|---|--|--------------------------------------|--|
| La norma es redactada por | Departamento de diseño de productos y planificación de la inspección. | Departamento de control de calidad. | Departamento de diseño de productos. | Departamento de diseño de productos o el de control de calidad |
| La norma está expresada en | Unidades de medida | Porcentaje de defectos. | Unidades de medida | Porcentaje de conformidad |
| La tolerancia está expresada en | Medidas máxima y mínima. | Defectos admisibles en una muestra. | Medidas máxima y mínima | Máximo y mínimo para el promedio, máximo para la dispersión. |
| La información sobre la conformidad se obtiene de | Instrumentos de medida. | Datos del muestreo, más información previa sobre el proceso (capacidad, orden de fabricación, etc.). | Instrumentos de medida | Datos del muestreo: información previa sobre el proceso. |
| Los criterios para juzgar conformidad son | Medición comparada con la tolerancia. | Defectos reales comparados con los admisibles; signos evidentes del comportamiento del proceso. | Medición comparada con la tolerancia | Promedios y dispersión, comparados con la tolerancia; datos preexistentes. |

Figura 4. Criterios de aceptación de productos
Fuente: Propia.

Criterios aplicables a lotes (conjunto de unidades discretas)

Los criterios son determinadas reglas relativas a la formación de los lotes, los tamaños de las muestras y el número aceptable de defectos. No están recogidos en las especificaciones de diseño, y se deben elaborar en el proceso de planificación de la inspección.

Criterios aplicables a lotes (productos en masa)

En ocasiones los criterios se establecen de una manera similar al caso anterior, tratando cada muestra como una unidad discreta del producto. (Los productos en masa presentan defectos, pero no unidades defectuosas. En cambio, las unidades discretas de producto pueden presentar tanto defectos como unidades defectuosas). Es frecuente fijar los límites de la masa del producto estableciendo tolerancias por encima y debajo de un valor promedio.

Criterios de muestreo aplicables a los lotes

Para aceptar lotes hay dos factores a tener en cuenta:

- Los conocimientos que se obtengan de fuentes distintas del propio muestreo.
- Los principios estadísticos que rigen el muestreo por atributos y por variables.



El despliegue de la función de calidad



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Al finalizar la presente semana de estudio el alumno estará en capacidad de traducir el deseo de los consumidores en características específicas y de diseño; y comprender la metodología al implementar sistemas de gestión de calidad.

Veremos cómo mediante el despliegue de la función de calidad podremos asegurar la calidad de nuevos productos o servicios; y finalizaremos nuestro curso hablando de los sistemas de gestión de calidad, en particular, viendo algunas bases de ISO9000.

Metodología

El estudio concienzudo de la cartilla, y la realización de los ejercicios que se proponen, se deben complementar con tres tareas:

- a.** Leer el material adicional que se ofrece en los enlaces (links) de material complementario.
- b.** Escribir al tutor sobre dudas que se tengan.
- c.** Emplear buscadores como Google para hallar en la red material o ejemplos adicionales. Sobre este último punto se sugiere tener cuidado con la fuente de la cual se lee la información. La web no está del todo depurada, y puede ser que se dé con un sitio con información errónea. Por eso es importante conocer la idoneidad del autor de lo que se consigue en internet. Recuérdese que así como hay portales con noticias falsas, los hay también con información errónea.

Desarrollo temático

El despliegue de la función de calidad

Daremos en este capítulo un vistazo general a una técnica japonesa llamada QFD (Por sus iniciales en inglés de despliegue de la función de calidad - *Quality function deployment*. Este método asegura la calidad de los nuevos productos desde las fases de proyecto y desarrollo.

QFD es un enfoque para diseñar. Es un concepto introducido en Japón por Yoji Akao en 1966; y que él mismo presentó en Estados Unidos en 1983, donde rápidamente tomó fuerza. El mismo profesor Akao lo presenta como una forma de “integrar los requerimientos del cliente en el diseño del producto”.

Muchas compañías están enfrentando rápidos cambios en la industria debido a la innovación tecnológica y a las tendencias cambiantes en el consumidor. Estas compañías advierten que el esfuerzo por desarrollar nuevos productos es crucial para su supervivencia. QFD provee métodos específicos para asegurar la calidad a través de cada etapa de desarrollo del producto, comenzando con el diseño.

Este es un método para desarrollar un diseño de calidad dirigido a satisfacer al cliente, y luego traducir las peticiones del cliente en objetivos de diseño y en puntos importantes del aseguramiento de calidad a ser usados en la etapa de producción. En una secuencia así:

1. Determinar las necesidades que el cliente ha manifestado de manera explícita o no.
2. Descubrir las cualidades positivas que cautivan al cliente.
3. Traducir las cualidades en características de diseño y acciones entregables.
4. Producir y proveer un producto o servicio de calidad enfocándose en lograr la satisfacción del cliente.

Es importante advertir que existen herramientas técnicas que ayudan a elaborar cada uno de los pasos mencionados. Vale decir, no se trata de un proceso guiado por el instinto. Una de esas herramientas es conocida como proceso analítico jerárquico AHP (*Analytic Hierarchy Process*), que es un proceso matemático probado rigurosamente y se emplea para la toma de decisiones. Las decisiones complejas o importantes no se deben basar solo en el instinto. Bien sea que se estén priorizando las necesidades del cliente en el QFD o se estén tomando decisiones presupuestales

que involucren una variedad de metas estratégicas tangibles o intangibles, que se esté tratando con accionistas conflictivos, o que se esté seleccionando entre decenas o cientos de iniciativas alternativas a ser logradas, AHP ayuda a desarrolladores y administradores a combinar toda esa información y a tomar decisiones informadas. Reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones entre parejas de alternativas, y luego sintetizando los resultados, AHP habilita a quienes toman decisiones a llegar a la mejor decisión con una lógica clara.

Para realizar un desarrollo coherente entre las características del producto y las necesidades del cliente, se debe abandonar el proceso tradicional de desarrollo de producto que tiene la siguiente secuencia:

Mercadeo → planificación → producción → modificaciones → planificación → producción.

El enfoque adecuado cuando se emplea QFD es el siguiente:

Desarrollo de la idea → desarrollo del diseño → desarrollo del modelo → test y valoración → planificación y producción del producto acabado.

Enfoque analítico contra enfoque de diseño

Para asegurar la calidad de nuevos productos se deben atender no solo las percepciones de “calidad negativa” expresadas en las quejas de los clientes; sino también en las ideas de “calidad positivas” no verbalizadas en las peticiones de los clientes. Se sabe qué ítems de calidad se deben asegurar en los productos existentes. Con los nuevos productos no obstante, se debe comenzar por aprender qué asegurar. En QFD comenzamos por intentar entender las peticiones de calidad explícita, y las latentes o no verbalizadas de los usuarios.

Estudiar quejas de los consumidores en productos existentes es un enfoque analítico en el cual uno comienza con el producto terminado y se mueve “hacia arriba” a través del proceso de producción buscando factores que contribuyan a los problemas. Este es el enfoque básico empleado en control de calidad.

Con nuevos productos no obstante, el enfoque debe ser desde el mismo origen, buscando las calidades que demandan los consumidores en el producto finalizado. Estas peticiones deben ser incorporadas al plan de calidad y al diseño de calidad y entonces ser sistemáticamente desarrolladas en el proceso de producción. Este enfoque se llama enfoque de diseño, y QFD es uno de esos enfoques de diseño.

QFD no solo es útil porque determina mejor los requerimientos del cliente. Es útil porque quien no maneja QFD aumenta el número de modificaciones que debe hacer al diseño, una vez el producto ya ha salido al mercado (iniciada la producción se descubren nuevos problemas). Quien emplea QFD hace el 90% de las modificaciones antes de salir a producción; logrando que las modificaciones sean menos costosas y previendo los problemas en lugar de solucionarlos. Además esto lleva a que el tiempo de desarrollo de un producto sea menor. En otras palabras, quien no emplea QFD comercializa productos nuevos con tantas fallas que por ello se suele emplear la frase de “aún no lo han terminado de inventar”. Para algunas personas, quizá les sea familiar esa sensación con ciertos sistemas operativos.

Un sistema QFD completo debe reflejar consideraciones de costo, confiabilidad, y tecnología. Ahora veremos cómo se construyen tablas de calidad, y se observarán los pasos en QFD. Podemos observar cuatro etapas del QFD:

- Planificación
- Proyecto
- Preparación de la producción
- Producción inicial

La tabla de calidad

En esta tabla se aprecia el proceso lógico que se debe seguir al desarrollar un nuevo producto. Allí incluiremos lo que el cliente espera (tabla de despliegue de calidad requerida), las capacidades de producción (tabla de despliegue de elementos de calidad, los tipos y características componentes), y todas las comprobaciones y parámetros necesarios para definir la calidad que se requiere.

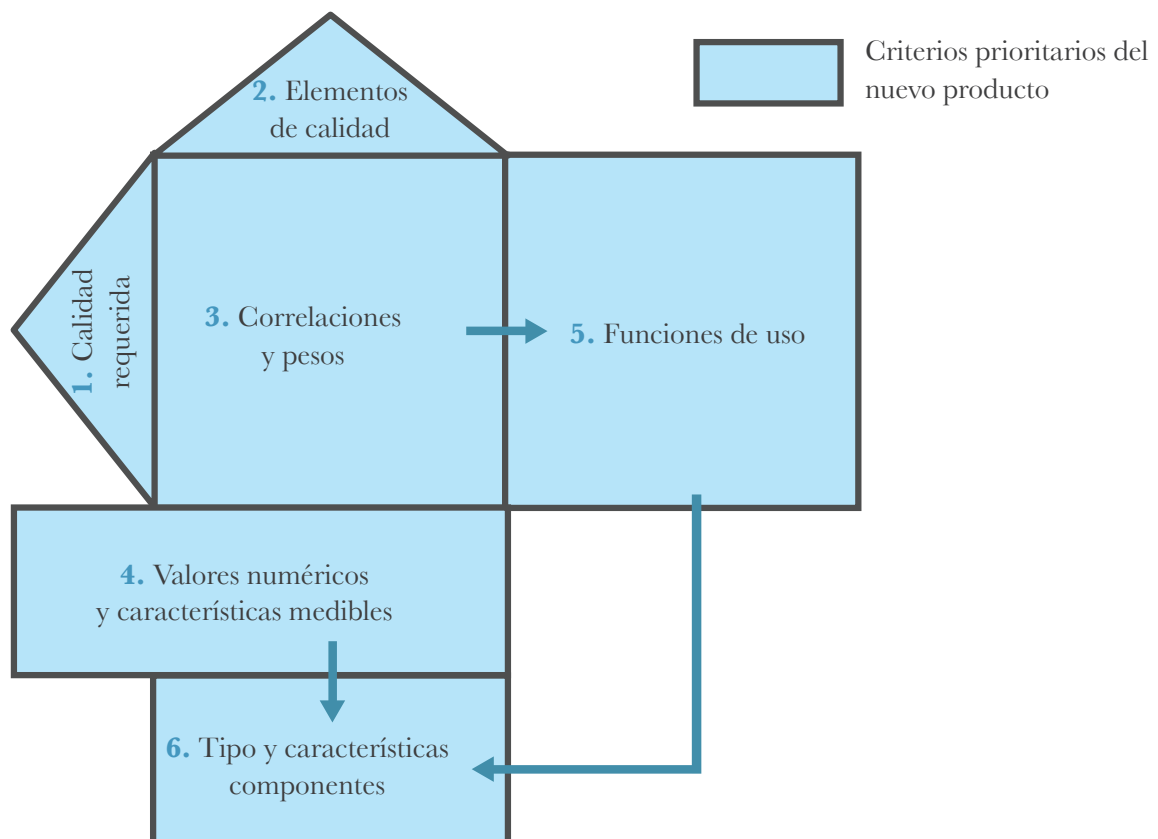


Figura 1. Proceso para desarrollar un producto
Fuente: Propia.

La tabla de despliegue de calidad requerida: acá se incluye la información suministrada por los clientes sobre los atributos que quieren en el producto, y es sistemáticamente analizada para determinar si serán útiles para el desarrollo del producto. Por ejemplo si se trabaja el diseño de un control remoto de video juegos, el requerimiento “quiero más de un control joystick” debe ser analizado para entender por qué el cliente hizo esa petición. Para esto, debemos muestrear sobre esta petición tantos clientes como podamos. Cada requerimiento se va ramificando en conceptos más elementales, con lo que una petición puede convertirse en conceptos de segundo, tercer nivel, etc. Los comentarios del cliente deben ser ordenados usando el siguiente procedimiento:

- a. Convierta las propias palabras del cliente en datos, usando expresiones simples limitadas a un solo significado. Ej.: si el cliente dice: “quiero más de un joystick”, el diseñador lo traduce en dos expresiones de segundo nivel como: “fácil de maniobrar” y “que pueda manejar cosas difíciles”. Cada comentario de segundo nivel se podrá expresar en conceptos más sencillos de tercer nivel, y así sucesivamente.
- b. Agrupe los datos y asigne un titular que de manera más amplia describa esos datos. Escriba el titular en una tarjeta.
- c. Agrupe estos titulares por categorías similares, y asígneles un titular descriptivo, pero a un diferente nivel como se hace en el método KJ (método de Kawakita Jiro, o diagrama de afinidad cuyo detalle no hace parte de este curso).
- d. Clarifique cuáles son detalles de primer nivel o calidad pedida. Ajuste adicionando detalles de segundo y tercer nivel, si es necesario.
- e. Asigne números de clasificación y organícelos en una tabla de despliegue de calidad requerida.

La tabla de despliegue de elementos de calidad: aquí se representan los requisitos técnicos necesarios para conseguir el producto final, correspondiente a lo requerido por el cliente. En la práctica es traducir la calidad requerida en características de calidad medibles y representables con precisión. Mostramos los dos procedimientos para generar la lista de elementos de calidad que serán empleados en la tabla de despliegue de elementos de calidad.

- a. Extraiga y registre los elementos de calidad por cada atributo requerido. Como se muestra en el cuadro de dos columnas que se halla después de este procedimiento de seis puntos.
- b. Escriba cada atributo en una tarjeta.
- c. Usando esto como detalles aproximados de tercer nivel, agrúpelos en categorías similares. Puede usar el método KJ para hacer las agrupaciones y los titulares descriptivos.

- d. Reagrupe por niveles de detalle.
- e. Asigne números de clasificación y organice en una tabla.
- f. Use la fila inferior (tercer nivel de detalle) como sus características de calidad. Asegúrese que son características de calidad medibles.

| Ítems requeridos (ítems de tercer nivel) | Elementos de calidad |
|--|---|
| Fácil de llevar a todo lado. | → Peso, dimensiones, forma, portabilidad. |
| Suficientemente pequeño para llevar a todo lado. | → Dimensiones, forma, portabilidad. |
| Suficientemente liviano para ser transportado. | → Peso, forma, portabilidad. |
| Se siente estable cuando se sostiene. | → Peso, centro de gravedad, ángulo de inclinación. |
| Estable cuando se deja descansar. | → Forma, centro de gravedad, estabilidad. |
| Aún los principiantes pueden operarlo cómodamente. | → Ubicación de los botones, sensibilidad al toque. |
| Puede ser operado fácilmente a pesar de su tamaño. | → Peso, forma, esfuerzo requerido al mover joystick, localización de botones, localización de perillas, sensibilidad de las perillas. |

Tabla 1. Despliegue de elementos de calidad
Fuente: Propia.

Ejemplo de extracción de elementos de calidad

Las características de diseño son los aspectos individuales medibles de los elementos de calidad. Por ejemplo, en el QFD de servicio, una “sonrisa” sería un elemento de calidad, no una característica medible de calidad.

1. **Correlaciones y pesos:** aquí se definen las relaciones entre la calidad requerida y las características de calidad. Se establece una relación entre cada necesidad elemental (tercer nivel o mayor) y cada característica de calidad, indicando la intensidad de esa relación (fuerte, media, alguna). Abajo mostramos la matriz que incluiría para cada caso caracteres como ●, °, Δ.
2. **Valores numéricos - características medibles:** se calcula acá un valor numérico atribuible a cada característica de calidad. En ese valor influye no solo la correlación del punto anterior, sino la comparación con productos anteriores o de la competencia.

3. **Funciones de uso:** en este punto se identifican las tecnologías necesarias para integrar al producto las características programadas.
4. **Tipo y características componentes:** también conocida como zona de despliegue de los subsistemas, favorece el desarrollo integral específicos de calidad y de los componentes unitarios para evitar dificultades de unión y/o integración.

Esta técnica de QFD busca que una vez descrito el producto, el desarrollo de los sistemas que lo componen, los subsistemas y los componentes individuales se agrupen de manera coordinada. Es posible que cada subsistema o componente requiera el desarrollo de una tabla de calidad como la que se ha mostrado para el desarrollo del producto.

La tabla de calidad: se procede a mostrar una imagen de las tres primeras zonas donde están los criterios prioritarios para el desarrollo del nuevo producto. Veremos cómo se forma la matriz con la tabla de despliegue de elementos de calidad y la tabla de despliegue de calidad requerida. Para ello se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Construir una tabla de despliegue de elementos de calidad.
- Elaborar una tabla de despliegue de calidad requerida.
- Combinar las tablas de arriba en una matriz (tabla de dos dimensiones).
- Para indicar la fuerza de la relación entre las calidades requeridas y los elementos de calidad, marcar los ítems correspondientes con símbolos como:
 - ●: correlación fuerte
 - °: correlación media
 - Δ: alguna correlación

La tabla de calidad es la base de un diseño de calidad. Mostramos la imagen de una tabla obtenida de manera gratuita de un sitio en línea llamado QFD online, el cual provee formatos y herramientas para usar de manera libre, y aplicar QFD en el mundo real.

Title: _____
 Author: _____
 Date: _____
 Notes: _____

| Legend | | |
|--------|-----------------------------|---|
| ⊖ | Strong relationship | 9 |
| ○ | Moderate relationship | 3 |
| ▲ | Weak relationship | 1 |
| ++ | Strong positive correlation | |
| + | Positive correlation | |
| — | Positive correlation | |
| ▼ | Strong negative correlation | |
| ▼ | Objective is to minimize | |
| ▲ | Objective is to maximize | |
| X | Objective is to hit target | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | <div><div></div><div>Strong negative correlation</div><div></div><div>Objective is to minimize</div><div></div><div>Objective is to maximize</div><div>X</div><div>Objective is to hit target</div></div> | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Imagen 1. Tabla de calidad
 Fuente <http://www.qfdonline.com/templates/>

Un vistazo al procedimiento del QFD

No se desanime si ciertos pasos o términos no son claros en esta fase, pues QFD se comprende con el desarrollo de ejemplos, más que con las explicaciones teóricas. Veamos grosso modo en qué consiste.

Desarrollando el plan de calidad y el diseño de calidad

1. Haga un sondeo de los requerimientos de calidad explícitos y latentes de los consumidores en su mercado objetivo. Decida qué cosas hacer.
2. Estudie las otras características importantes de su mercado objetivo y haga una tabla de despliegue de calidad requerida que refleje las peticiones y características de ese mercado.
3. Gestione un análisis de productos de la competencia en el mercado (análisis competitivo). Desarrolle un plan de calidad y determine las características vendedoras.
4. Determine el grado de importancia de cada calidad requerida.
5. Relacione los elementos de calidad y haga una tabla de despliegue de elementos de calidad.
6. Haga una tabla de calidad combinando las tablas de los puntos 4 y 5.
7. Realice un análisis de competencia para ver cómo se comportan otras marcas en relación con cada elemento de calidad.
8. Analice las quejas de los clientes.
9. Determine los elementos de calidad más importantes como indican las quejas y los requerimientos de calidad del cliente.
10. Determine el diseño de calidad específico, estudiando sus características y convirtiéndolas en elementos de calidad.
11. Determine el método de aseguramiento de calidad y los métodos de prueba.

Diseño detallado y preproducción

1. Convierta el producto de calidad final en características de calidad para los componentes, desplegándolos primero en una tabla de despliegue de unidad y luego en una tabla de despliegue de componentes que incluya la tabla de despliegue de unidad.
2. Aclare las funciones de la unidad y sus componentes. Si hay productos existentes, incluya información de los mismos.
3. Identifique los ítems de aseguramiento de calidad, características funcionales (F) y de seguridad (S) de cada unidad y sus componentes. Característica funcional es una característica que debe ser producida dentro de tolerancias de diseño especificadas. Características de seguridad son aquellas sin las cuales la vida puede estar en peligro, y cuyas tolerancias por ello deben cumplirse. Identificando en los planos los ítems F y S, ayuda a comunicar el propósito del diseño al personal de producción. Esto es clave para el aseguramiento de calidad.
4. Seleccione los puntos de inspección para la unidad y sus componentes.

Despliegue del proceso

1. Dirija la investigación y si es necesario, desarrolle varias técnicas de procesamiento que serán indispensables para maximizar las capacidades del proceso. Pruebe cualquier técnica nueva o modificada.
2. Determine los métodos que generarán los menores costos y cumplirán el grado requerido de precisión. Para esto, calcule para cada proceso el factor de costo de precisión, trace una curva de costo de precisión, y luego determine cuál proceso puede lograr la precisión requerida con el mínimo costo.
3. Evalúe los resultados de todos los pasos previos, así como los resultados del prototipo, para valorar los pros y contras de seguir a producción.
4. Establezca los estándares de: calidad de los componentes, inspección, y adquisiciones. Decida si producir cada componente o adquirirlo.
5. Haga una tabla de planeación del proceso. Cuando haya determinado las condiciones necesarias para las instalaciones y el proceso, identifique los puntos de chequeo de aseguramiento de calidad (QA) para cada máquina, construyendo una matriz de dos dimensiones que exprese las características de calidad del producto final contra las características y condiciones de las instalaciones.
6. Elabore una tabla de planeación de control de calidad (QC). Haga una tabla de QC para cada unidad principal y sus componentes principales. La calidad de configuración, dimensiones y durabilidad de un producto “en proceso” (producto que se encuentra aún en modelado) es llamada ítem de control o punto de control. Se deben identificar los factores que afectan estos ítems de control tales como tiempo de enfriamiento o velocidad de inyección. Los ítems de control para estos factores son llamados puntos de chequeo.
7. Haga una tabla del proceso de QC que especifique quién medirá los ítems de control, cuándo, y quién tomará cuál acción al presentarse un problema.
8. Diseñe una tabla del proceso de QC para el proceso final de ensamblaje, estableciendo un sistema de control para los ítems de control en el proceso de ensamblaje.
9. Describa las operaciones estándar. Se deben incluir los ítems de control de los puntos de chequeo.
10. Obligue a subcontratistas y proveedores a que le envíen sus tablas de QC enlazadas a las características de calidad de cada parte. Si no saben hacerlo, enséñeles, o haga usted las tablas de QC y enséñeles a usarlas.
11. Conduzca un análisis proactivo de todos los factores, los cuales deben ser desplegados con el enfoque de diseño. Analice los datos obtenidos a través de este proceso y de los intentos de producción y preproducción.
12. Informe los resultados de estos análisis a los grupos pertinentes, incluyendo los grupos que desarrollarán los nuevos productos.

Hemos definido el despliegue de la función de calidad (QFD) y esbozado los pasos para implementarla. Todos los departamentos deben participar del QFD, puede parecer confuso en los primeros pasos del proceso de aprendizaje, así que puede comenzar a ser implementado por una persona que está familiarizada con los conceptos, luego un grupo, y posteriormente las demás partes de la organización.

Una tabla de calidad incompleta hará más daño que bien. El error más común es colocar en la parte izquierda de la matriz (calidad requerida) lo que debe ir en la parte superior (características de calidad) y puesto además como valores numéricos, estándares o especificaciones. Esto hará que la matriz no tenga sentido. En tanto usted esté más orientado a la producción, es más fácil que cometa este tipo de error. Es importante reconocer que la conversión de la izquierda a la parte superior de la matriz es realmente una conversión del mundo de los clientes al mundo de los ingenieros.

Otro error común es permitir que la construcción de una gran tabla de despliegue se convierta en el objetivo principal. Priorizar es la actividad más importante en QFD. Los excesos se pueden evitar si se determinan los principales atributos requeridos por el cliente y los ítems de mayor prioridad, y luego solo se despliegan esos ítems en tablas de calidad más detalladas de acuerdo a un sistema priorizado.

En el desarrollo de un nuevo producto, el primer modelo es rara vez completamente satisfactorio. Usualmente se necesitan repetidos cambios en el modelo. Desarrollar el primer modelo suele ser difícil, pero desarrollar modelos subsecuentes usualmente es más fácil. Su objetivo debe ser llegar más allá la primera vez.

A continuación indicamos dos sitios web que el estudiante puede inspeccionar en caso que desee profundizar más y ver ejemplos de cómo se desarrolla la técnica QFD.

1. <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/QFD.pdf> en este sitio web de José Luis Llorente se encuentra un ejemplo de desarrollo de la técnica QFD aplicado al lanzamiento de un nuevo carro. En esa presentación, el ejemplo desarrollado se haya a partir de la lámina 29, donde llaman al desarrollo de la técnica QFD la “casa de la calidad”; quizá por el aspecto de la matriz en la que se desarrolla el ejercicio.
2. <http://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/> en este sitio web de Jorge Jimeno Bernal se encuentra un ejemplo de desarrollo de la técnica QFD aplicado al desarrollo de cámaras fotográficas.

Sistemas de gestión de calidad

Damos inicio con algunas definiciones formales de ISO

- Sistema: conjunto de elementos que interactúan entre sí.
- Sistema de gestión: es el sistema empleado para establecer normas y objetivos, y para lograr esos objetivos.
- Sistema de gestión de calidad: es el sistema de gestión que dirige y controla una organización en asuntos referentes a la calidad.

- Calidad: grado con el cual un conjunto de características inherentes cumplen unos requerimientos.
- Inherente: existe en algo, específicamente como algo permanente.
- Requerimiento: necesidad o expectativa que se ha manifestado.

Como se aprecia en la siguiente gráfica, los sistemas de gestión de una empresa pueden ser de varios tipos: de gestión financiera, de calidad, de seguridad y salud ocupacional y ambiental.

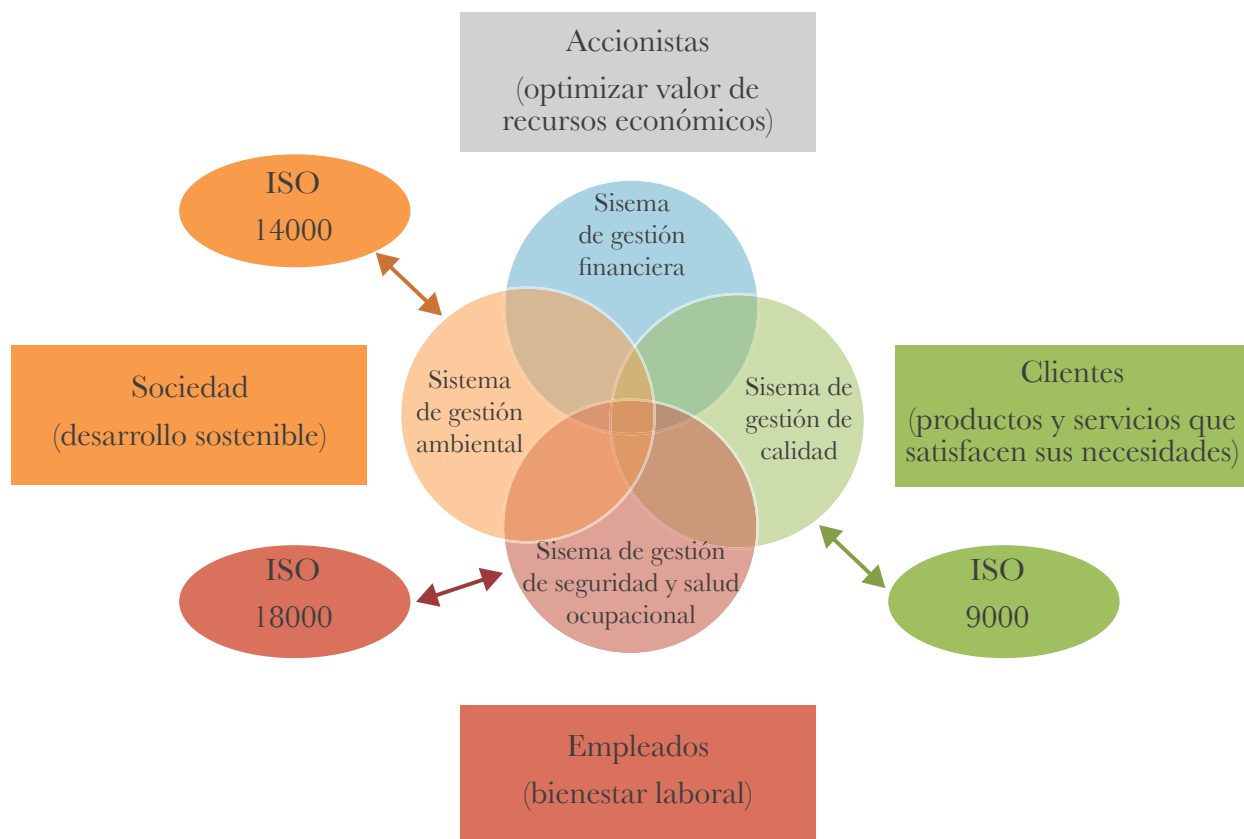


Figura 2. Sistemas de gestión
Fuente: Propia.

Y esos sistemas tienen como principales objetivos, los que la gráfica relaciona de acuerdo a la parte interesada, como describimos a continuación:

- El sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional propende por el bienestar laboral. En muchos países empleamos ISO Ohsas 18000 como cuerpo de normas que tratan el particular. Ohsas son las iniciales de *Occupational Health and Safety Assessment Specification* (requisitos de valoración de salud ocupacional y seguridad).

- El sistema de gestión ambiental busca un desarrollo sostenible. Se emplea ISO14000 como el cuerpo de normas que tratan sobre la administración ambiental.
- El sistema de gestión de calidad se centra en que los productos y servicios que provea una empresa, satisfagan las necesidades del cliente. ISO9000 es uno de los cuerpos de normas de gestión de calidad que muchas empresas y países usamos.
- Hay empresas que optan por implementar en su operación los tres cuerpos de normas ISO, la 9000, la 14000 y la 18000. Las empresas que hacen esa labor se dice que implementan un sistema integrado de gestión, y al hacerlo así, no solo operan mejor y proyectados a largo plazo, sino que se ahorran algunos pasos, que seguramente tendrían que repetir si implementan las tres normas por separado.

Hemos hablado de tres cuerpos de normas ISO; pero ¿qué es ISO? Es el más grande desarrollador de estándares internacionales voluntarios. Los estándares internacionales proveen especificaciones de última generación para productos, servicios y buenas prácticas, ayudando a la industria a ser más eficiente y efectiva. Desarrollado a través de un consenso global, las normas eliminan barreras para el comercio internacional. ISO desarrolla estándares internacionales que cubren casi todos los aspectos de la tecnología y los negocios.

Con la familia de estándares ISO el significado de calidad no varía en los 165 países miembros de ISO (Organización Internacional de Normalización o estandarización). Si estamos certificados ISO9000 y comercializamos un producto; cumplir con la norma en Colombia, va a significar lo mismo en cualquiera de los otros 164 países miembros. Vale decir, cualquier empresa de esos 165 países cumplirá los mismos requisitos, para afirmar que está certificada en la norma de gestión de calidad ISO9000. Eso no quiere decir de manera alguna que la norma busca proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de calidad o en la documentación. Cada empresa diseña ese sistema cumpliendo la norma ISO9000, pero adecuado a las necesidades de su producto, y el tipo y tamaño de su empresa.

Uno de los estándares de calidad que más se emplea es ISO9000; pero no es el único. Una empresa es libre de certificarse en un sistema de gestión de calidad como ISO; o buscando calidad en lo que hace, quizá prefiera otro mecanismo como la metodología de mejora de procesos conocida como seis sigma. Hay quienes ven en seis sigma el siguiente paso natural para quien ya se ha certificado en ISO9000 y busca un sistema con otro enfoque para la mejora de sus procesos. Otros no ven en seis sigma un paso natural después de ISO9000; sino que estiman que los dos conjuntos de normas pueden coexistir: seis sigma por su enfoque en mejora de procesos e ISO9000 como soporte del sistema de gestión de calidad.

ISO9000 no es una garantía de que una empresa va a funcionar sin problemas. Es una garantía de que nuestra operación será más formal, menos reactiva, que buscará la mejora continua, que se documentará lo que se hace, y si se opera correctamente, se hará lo que está documentado. En lo que sigue del presente capítulo, haremos referencia solamente a ISO9000.

La familia ISO9000 aborda varios aspectos de la gestión de calidad y contiene algunos de los más conocidos estándares de ISO. Los estándares proveen una guía y herramientas para que las compañías aseguren que sus productos y servicios consistentemente cumplen los requerimientos

de sus clientes y que la cualidad es consistentemente mejorada. Hay varios estándares de la familia ISO9000 que incluyen:

- ISO9001:2008. Especifica los requerimientos de un sistema de gestión de calidad.
- ISO9000:2005. Cubre conceptos básicos y lenguaje.
- ISO9004:2009. Se enfoca en cómo hacer un sistema de gestión de calidad más eficiente y efectivo.
- ISO19011:2011. Es una guía para auditorías internas y externas del sistema de gestión de calidad.

ISO9001:2008 es el único estándar de la familia que puede ser certificado. Puede ser empleado sin importar el tamaño o la actividad de la empresa. ISO9001:2008 está implementado en cerca de un millón de empresas en los países miembro.

El estándar está basado en principios de gestión de calidad con un fuerte enfoque en el cliente; en la motivación y apoyo de la alta gerencia; está orientado a gestión de procesos y a la mejora continua. La empresa debe realizar auditorías internas para observar cómo está operando su sistema de gestión de calidad.

Principios de gestión de calidad

Presentaremos los 8 principios en los que se apoya un sistema de gestión de calidad basado en ISO9000.

- Enfocado en los clientes.
- Liderazgo.
- Involucramiento de la gente.
- Orientado a procesos.
- Enfoque sistémico de la administración.
- Mejora continua.
- Enfoque fáctico para la toma de decisiones.
- Beneficio recíproco en relaciones con proveedores.

Enfocado en los clientes: las organizaciones dependen de sus clientes y por ello deben entender las necesidades actuales y futuras de los mismos; deben satisfacer sus requerimientos y esforzarse por exceder sus expectativas; pues esto les permitirá incrementar sus utilidades y participación del mercado cuando de manera rápida y flexible responden a las oportunidades del mercado. Además este principio asegura un balance entre la satisfacción del cliente y otras partes interesadas como propietarios, empleados, proveedores, financiadores, la comunidad local y la sociedad en general.

Liderazgo: los líderes establecen unidad de propósito y dirección en la organización. Ellos deben crear y mantener el ambiente interno en el que la gente pueda involucrarse en el logro de los objetivos de la organización. Así se establece una clara visión del futuro de la organización; y se provee a la gente de los recursos requeridos, entrenamiento y libertad de actuar con responsabilidad.

Involucramiento de la gente: las personas a todos los niveles son la esencia de la organización y su completo involucramiento les habilita emplear sus capacidades para el beneficio de la organización. Esto lleva a que los funcionarios se apersonen de los problemas y se hagan responsables por resolverlos; además de manera espontánea comparten conocimientos y experiencia.

Orientado a procesos: el resultado deseado se logra más eficientemente cuando las actividades y recursos relacionados se manejan como un proceso. Esto lleva a definir sistemáticamente las actividades necesarias para obtener el resultado deseado; a establecer responsabilidades claras para el manejo de actividades claves; y a enfocarse en los factores que mejorarán actividades claves en la organización, como recursos, métodos y materiales.

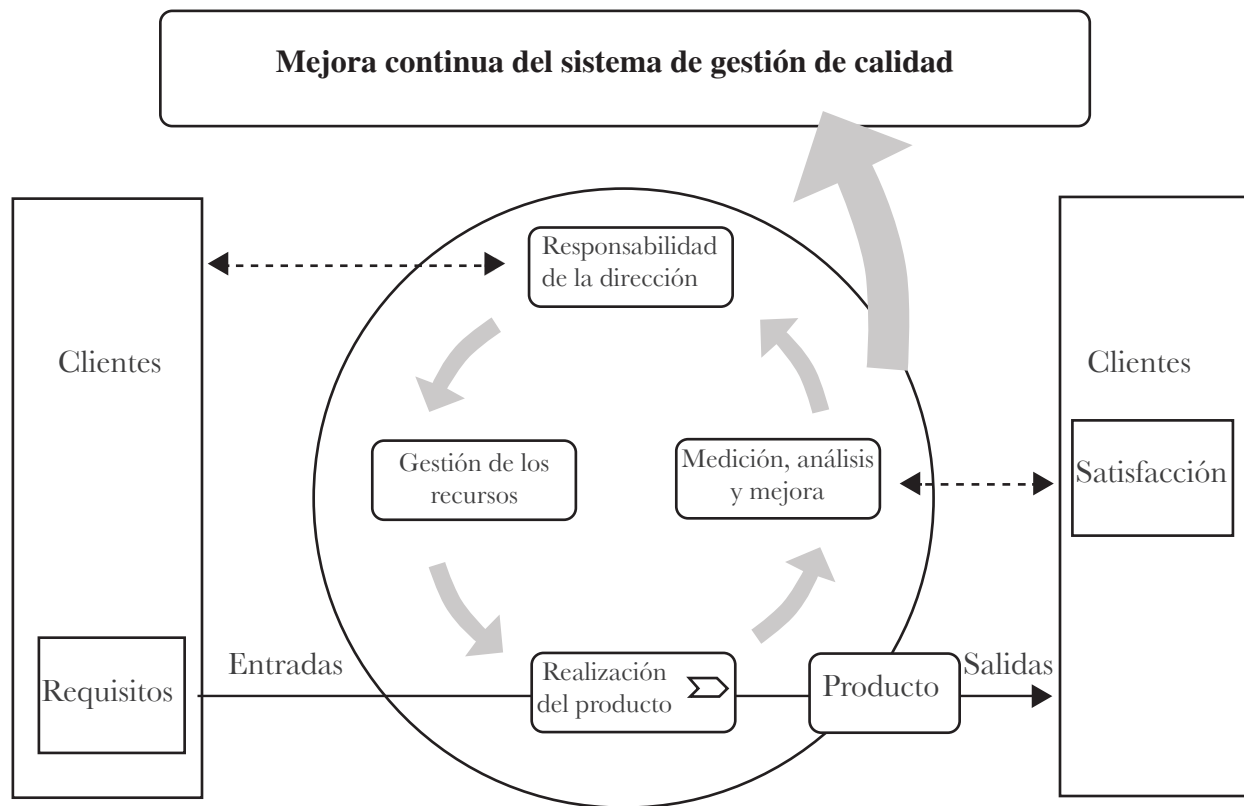


Figura 3. Mejora continua de gestión de la calidad
Fuente: ISO9001:2008.

La figura muestra el modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos y fue tomado de ISO9001:2008. Las flechas continuas indican actividades que aportan valor y las flechas de trazo no continuo señalan flujo de información.

Enfoque sistémico de la administración: identificar, entender y administrar procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la efectividad y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos. Esto lleva a enfoques estructurados que armonizan e integran los procesos; y provee un mejor entendimiento de los roles y responsabilidades necesarias para lograr un objetivo común.

Mejora continua: este debe ser un objetivo permanente de la organización ya que flexibiliza una rápida reacción a las oportunidades.

Enfoque fáctico para la toma de decisiones: las decisiones efectivas se basan en el análisis de la información. Esto permite una habilidad creciente para mostrar efectividad de decisiones basadas mediante el registro de hechos; lo que conlleva a que se cree el hábito de que la información esté disponible para quienes la necesitan y están autorizados a emplearla.

Beneficio recíproco en las relaciones con los clientes: una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación mutuamente benéfica mejora la habilidad de ambos para crear valor. Esto lleva a establecer relaciones donde se balancean las ganancias a corto plazo con las consideraciones a largo plazo; y a identificar y seleccionar proveedores claves.

Así hemos dado un vistazo a los principios de gestión de calidad basados en la norma ISO9000, y mostramos cómo, en conjunto, ellos conforman una base para un desempeño mejorado y excelencia en la organización. Hay muchas maneras de aplicar estos principios de gestión de calidad. La naturaleza de la organización y los retos específicos que ésta encara, determinarán cómo se implementan.

El sistema de gestión de calidad ISO9001 está bajo revisión y se espera actualización de su versión a finales de 2015.

Este estándar internacional no incluye requerimientos específicos para otros sistemas de gestión, pero sí se puede alinear e integrar a esos otros sistemas, tales como los de gestión ambiental, gestión de la salud ocupacional y seguridad, gestión financiera o gestión de riesgos.

El ámbito de aplicación de este sistema de gestión de calidad es para cuando una organización:

- Necesita mostrar su habilidad de proveer consistentemente productos que cumplen requerimientos tanto del cliente como los legales.
- Pretende mejorar la satisfacción del cliente mediante la aplicación efectiva del sistema, incluyendo procesos para mejora continua.

Es importante tener en cuenta que en la planificación estratégica de la calidad la organización define a dónde quiere ir en materia de calidad; en la planificación de un sistema de gestión se define cómo lograrlo, incluidos los recursos necesarios.

Entidades certificadoras de ISO9000 en Colombia

ISO desarrolla estándares internacionales pero no está involucrado en determinar si una empresa cumple alguno de esos estándares. En nuestro país se encuentran varias entidades certificadoras que hacen auditorías externas a las empresas para determinar si éstas cumplen con la norma que desean certificar. Así, hechas las auditorías del caso, están en capacidad de certificar si una empresa cumple con la norma, y para cuáles aspectos o productos es esto válido. Entre esas entidades están el Icontec, SGS Colombia, BBQI Colombia, la Universidad Tecnológica de Pereira, el Consejo Colombiano de Seguridad, International Certification and Training SA, Applus Colombia Ltda, etc.

Las anteriores empresas son de naturaleza privada. En 2007 se crea una asociación de naturaleza mixta entre el Estado y los particulares, conocida como ONAC Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. Esto con el fin de acreditar la competencia técnica de Organismos de Evaluación de la Conformidad. Es decir, ONAC acredita que empresas de naturaleza privada como las que mencionamos arriba (Icontec, SGS, etc.), puedan certificar a otras empresas en el cumplimiento de normas como la ISO9001. Insistimos acá que lo que se acredita es la competencia técnica; pues una empresa para operar puede necesitar, dependiendo de su naturaleza, cumplir otros requisitos, como permiso de funcionamiento ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Las funciones principales del ONAC como organismo nacional de acreditación, son:

- Realizar actividades de acreditación de los organismos de evaluación de la conformidad de acuerdo con la normatividad internacional y nacional aplicable.
- Representar los intereses del país ante organismos regionales e internacionales relacionados con actividades de acreditación y participar en foros nacionales, regionales e internacionales de interés.
- Mantener un registro público actualizado de los organismos acreditados, cuyo contenido y condiciones serán definidos de acuerdo con el reglamento que para el efecto se expida.

Otros sistemas de gestión de calidad

El Icontec (Instituto Colombiano de Normas Técnicas), junto al Ministerio de Educación Nacional de Colombia y otras entidades interesadas como Secretarías de Educación, Cajas de Compensación, Universidades, Academias, etc. Definieron en 2007 un sistema de gestión de calidad para instituciones de formación para el trabajo. Este sistema de gestión de calidad también como base la norma ISO9001. En <http://www.mineducacion.gov.co> los interesados pueden hallar la definición de esa norma.

Existe además otro sistema de gestión de calidad para la gestión pública. Se trata de la NTCGP 1000 de 2009, que dice basarse en ISO9000, pero afirma integrar requisitos y conceptos adicionales para hacerla aplicable a la rama ejecutiva del poder público. Los interesados pueden hallar su definición en <http://portal.dafp.gov.co>

Para la industria del petróleo y gas natural, trabajaron conjuntamente ISO, el Instituto Americano del Petróleo y el sector internacional del petróleo y gas, definiendo ISO29001. Se definió con el fin de proporcionar requisitos complementarios para los sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO9001, y sus autores mencionan estas ventajas:

- Proporciona integridad operacional para la protección del medio ambiente y la continuidad del negocio.
- Establece previsiones de posibles defectos y reducción de costos innecesarios.

Para la microempresa y la pequeña empresa Icontec publicó en 2008 la norma NTC6001, con el fin de que encuentren allí los requisitos fundamentales para implementar un sistema de gestión. Al parecer se hizo pensando que la mayoría de empresas en Colombia corresponden a ese tamaño, y que para ese tamaño, ISO9001 puede parecer algo densa y extensa. Sin embargo debemos recordar acá que ISO9001 se definió para cualquier tamaño de empresa. Quizá haya sido hecha pensando en que sea un primer paso, antes de certificarse en ISO9001.

Existe otro sistema de gestión de calidad aplicable a organizaciones que suministran productos sanitarios, se trata de ISO13485. Esta es una norma basada en ISO9001, pero con requisitos particulares en lo relativo a satisfacción del cliente y mejora continua. Incluye aspectos como gestión del ambiente de trabajo donde se desarrolla el producto, gestión de riesgos asociados al producto sanitario, y control de trazabilidad de los productos sanitarios fabricados.

Como lo anterior, podemos seguir mencionando otros sistemas de gestión de calidad; pero nos centramos en ISO9000 no solo porque es el más extendido en nuestro entorno, sino porque muchos otros que se mencionen, se basan en la familia de normas ISO9000, y en particular en el sistema de gestión de calidad ISO9001.

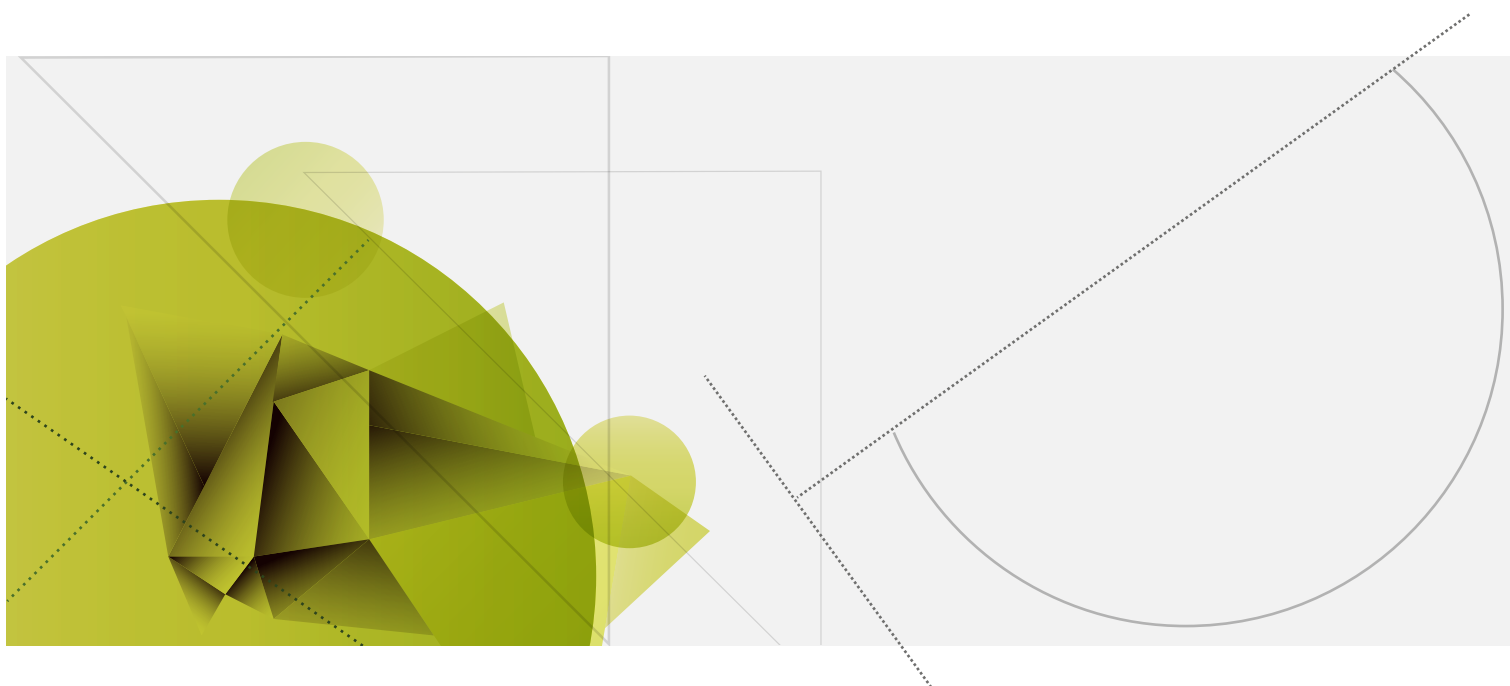
Bibliografía

- Akao, Y. (1990). *An introduction to quality function deployment*. Tamagawa University.
- Cantú, J. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Mc Graw Hill.
- Claver, E. & Llopis, J. (1999). *Calidad y dirección de empresas*. España: Civitas ediciones.
- Fukui, R. & Honda, Y. (2003). *Handbook for TQM and QCC. How to start QCC, a guide for facilitators and circle leaders*. Inter American Development Bank.
- Galgano, A. (1993). *Calidad total - Clave estratégica para la competitividad de la empresa*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Gryna, F. & Juran, J. (1983). *Manual de control de la calidad*. Editorial Reverté.
- Gutiérrez, H. (2005). *Calidad total y productividad*. Mc Graw Hill.
- López, F. (2004). *ISO 9000 y la planificación de la calidad*. Colombia: Icontec.
- York, J. (1994). *Calitividad, la mejora simultánea de la calidad y la productividad*. Marcombo Boixerau Editores.

Web-grafía

- Recuperado de <http://asq.com.mx>
- Recuperado de <http://bidig.areandina.edu.co/>
- Recuperado de <http://controls.engin.umich.edu>
- Recuperado de <http://deming.org>
- Recuperado de <http://economist.com>
- Recuperado de <http://qfdonline.com>
- Recuperado de <http://www.iso.org>
- Recuperado de http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/software/umbrella_defs.htm

Esta obra se terminó de editar en el mes de noviembre
Tipografía Myriad Pro 12 puntos
Bogotá D.C.,-Colombia.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED
ILUMNO